

Fakulta strojního inženýrství

Faculty of Mechanical Engineering

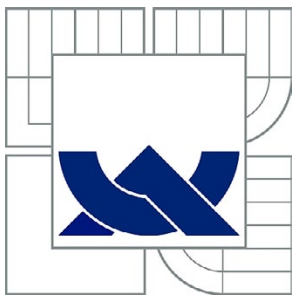
Institute of Machine and Industrial Design

Ústav konstruování / Odbor průmyslového designu

Diplomová práce

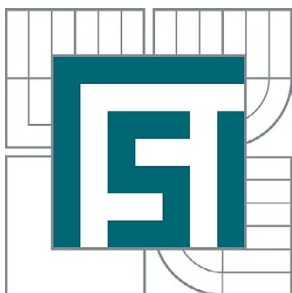
Design vysokozdvížného vozíku

Autor práce: **Jan Macháček**
Author



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN VYSOKOZDVIŽNÉHO VOZÍKU

DESIGN OF FORKLIFT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. JAN MACHÁČEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. akad. soch. MIROSLAV ZVONEK,
Ph.D.

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Jan Macháček

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Průmyslový design ve strojírenství (2301T008)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Design vysokozdvížného vozíku

v anglickém jazyce:

Design of Forklift

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Analýza a návrh designu vysokozdvížného vozíku. Návrh musí splňovat obecné předpoklady průmyslového designu - respektovat funkční, konstrukční, technologické, estetické a ergonomické zákonitosti. Navíc musí vykazovat jistou míru nadčasovosti, invence, to vše s přihlédnutím ke specifickým požadavkům kladeným na tento typ produktu.

Cíle diplomové práce:

Cílem diplomové práce je vytvořit design vysokozdvížného vozíku.

Diplomová práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Vývojová, technická a designérská analýza tématu
2. Variantní studie designu
3. Ergonomické řešení
4. Tvarové (kompoziční) řešení
5. Barevné a grafické řešení
6. Konstrukčně-technologické řešení
7. Rozbor dalších funkcí designérského návrhu (psychologická, ekonomická a sociální funkce).

Forma diplomové práce: průvodní zpráva, sumarizační poster, designérský poster, ergonomický poster, technický poster, model

Výstup RIV: funkční vzorek

Seznam odborné literatury:


DREYFUSS, H. - POWELL, E.: Designing for People. New York : Allworth, 2003.
JOHNSON, M.: Problem solved. London : Phaidon, 2002.
NORMAN, D. A.: Emotional Design. New York : Basic Books, 2004.
TICHÁ, J., KAPLICKÝ, J.: Future systems. Praha : Zlatý řez, 2002.
WONG, W.: Principles of Form and Design. New York : Wiley, 1993.
Časopisy: Design Trend, Designum, Form, ID, Idea magazine ap.

Vedoucí diplomové práce: doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/13.

V Brně, dne 15.11.2012





prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
Ředitel ústavu



prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem vysokozdvížného vozíku a představuje řešení, které využívá stávajících technologií, ale kombinuje je v novém kontextu pro zlepšení vlastností vozíku především v oblastech uživatelské přívětivosti a ergonomie. Tvarování vychází z funkčních požadavků, které ale chápe pouze jako základ pro další vývoj k estetickému výsledku.

KLÍČOVÁ SLOVA

design, vysokozdvížný vozík, ergonomie, změna rozvoru, otočné pracoviště řidiče, absence předních vzpěr střechy

ABSTRACT

Master thesis concerns with a design of forklift truck. The result proposed in the thesis uses existing technologies but combines them in new context to gain better qualities of a lift truck especially in relation to user-friendliness and ergonomics. Shaping works on functional demands which are understood as a basis for further developments towards the aesthetical outcome.

KEYWORDS

design, forklift truck, ergonomics, adjustable wheelbase, rotatable driver's workstation, absence of (front) roof A pillar

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MACHÁČEK, Jan. Design vysokozdvížného vozíku. Brno, 2013. 90 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí diplomové práce doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, Art.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Design vysokozdvížného vozíku zpracoval samostatně, za použití zdrojů uvedených v seznamu použité literatury.

V Brně dne 17. 5. 2013

Jan Macháček

OBSAH

ABSTRAKT	7
KLÍČOVÁ SLOVA	7
ABSTRACT	7
KEYWORDS	7
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE	7
PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI	9
OBSAH	11
ÚVOD	15

1 VÝVOJOVÁ ANALÝZA	17
1.1 Úsvit průmyslových vozíků	17
1.1.1 Plošinový vozík	17
1.1.2 Zdvihací zařízení	18
1.1.3 Nízkozdvižný vozík	18
1.1.4 Další inovace	19
1.1.5 Plně poháněný zdvižný vozík	19
1.1.6 Propracování konceptu vozíku s protiváhou	20
1.1.7 Plošinový vozík se spalovacím motorem	21
1.1.8 Spalovací plošinový vozík s hydraulickým zdvihem	22
1.2 Vysokozdvižný vozík	23
1.2.1 Elektrický vysokozdvižný vozík	23
1.2.2 Spalovací vysokozdvižný vozík	23
1.2.3 Spalovací vysokozdvižný vozík s hydraulickým zdvihem	24
1.2.4 Elektromagnetický přenos výkonu	25
1.2.5 Hydrostatický systém pojezdu Linde Hubtrac	25
1.2.6 Průmyslové vozíky s hybridním pohonem	26
1.2.7 Vysokozdvižné vozíky poháněné CNG	26
1.2.8 Vysokozdvižné vozíky s hybridním pohonem	26
1.2.9 Inovace v oblasti ovládání	27
1.3 Vývoj palet	27
1.3.1 Historie europalety	28
1.4 Výhled do budoucna	29
1.4.1 Still Rxx Concept	29
1.4.2 Doosan Concept Forklift (CFL)	30
2 TECHNICKÁ ANALÝZA	31
2.1 Elektrický pohon pojezdu vysokozdvižných vozíků	31
2.2 Pohon zdvihacího zařízení	31
2.2.1 Hydraulický pohon	31
2.2.2 Elektrický pohon	32
2.3 Rekuperace energie	32
2.3.1 Setrvačníky	33
2.3.2 Superkapacitory	33
2.4 Vysokozdvižné vozíky a jejich nosnost	33
2.5 Pneumatiky dopravních vozíků	34
2.6 Speciální vozíky	34
2.6.1 Vozíky pro skladové operace	34

3 DESIGNÉRSKÁ ANALÝZA	36
3.1 Konfigurace	36
3.2 Výrobci	36
3.2.1 Linde	36
3.2.2 Crown	39
3.2.3 Jungheinrich	40
3.2.4 Toyota	40
3.2.5 Mitsubishi	42
4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	43
4.1 První varianta	43
4.1.1 Vozík s protiváhou	43
4.1.2 Akumulátor	44
4.1.3 Otočné pracoviště řidiče	44
4.1.4 Střecha	44
4.1.5 Resumé	46
4.2 Druhá varianta	46
4.2.1 Motivace	46
4.2.2 Koncepce	47
4.2.3 Současné technologie	48
4.2.4 Očekávané technologie	48
4.2.5 Resumé	49
4.3 Třetí varianta	49
4.3.1 Předloha finální varianty	50
4.4 Finální varianta	50
5 ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	51
5.1 Ergonomická kategorie	51
5.2 Zorné podmínky	51
5.2.1 Výhled v horizontální rovině	51
5.2.2 Výhled v sagitální rovině	52
5.2.3 Výhled ve frontální rovině	53
5.3 Přístup do vozidla	53
5.4 Pracoviště řidiče	55
5.4.1 Sedadlo	55
5.4.2 Ovladače	56
5.4.3 Sdělovače	56
6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ	57
6.1 Změna délky rozvoru	57
6.1.1 Opodstatnění	57
6.1.2 Mechanismus změny délky rozvoru	57
6.1.3 Praxe	59
6.2 Akumulátor	59
6.3 Střecha	60
6.4 Uzavřená kabina	61
6.5 Stožár	62

6.6	Pohon	63
6.6.1	Zadní náprava	63
6.6.2	Kola	64
6.6.3	Ráfky	64
7	TVAROVÉ ŘEŠENÍ	66
7.1	Proporce	66
7.2	Pojetí	66
7.3	Kapotáž	67
7.4	Zadní vzpěry střechy	68
7.5	Světlomety	68
7.5.1	Přední světlomety	68
7.5.2	Zadní světlomety	68
8	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	70
8.1	Firemní příslušnost	70
8.1.1	Primární barva	70
8.1.2	Sekundární barva	71
8.2	Charakter barev	71
8.2.1	Drsnost povrchu	71
8.3	Bílé nešpinící pneumatiky	72
8.4	Barevnost plastů	72
9	ROZBOR DALŠÍCH FUNKCÍ DESIGNÉRSKÉHO NÁVRHU	73
9.1	Psychologická funkce	73
9.1.1	Oslovení kupujícího	73
9.1.2	Smyslové vnímání	73
9.2	Ekonomická funkce	73
9.2.1	Cílová skupina	74
9.2.2	Údržba	74
9.3	Sociální funkce	74
9.3.1	Zájmy společnosti	74
9.3.2	Ekologie	75
9.3.3	Etika	76
	ZÁVĚR	77
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	78
	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	82
	SEZNAM PŘÍLOH	85

ÚVOD

Tato práce představuje návrh designu vysokozdvížného vozíku na trhu nejžádanější kategorie nosnosti 2–3,5 t. Úkol byl zpracován v několika fázích. Ve zjednodušeném pořadí to bylo nejprve provedení rozsáhlé rešerše, jejíž část je zde uvedena a na jejímž základě byly vytipovány ergonomické a jiné nedostatky současných vysokozdvížných vozíků. Následně bylo rozpracováno několik různých koncepčních variant, od konvenční až po experimentální, z nichž byla ta s nejlepším poměrem výhod a nevýhod zvolena jako nejvhodnější. Ačkoliv si každá koncepce vozíku žádá z důvodu odlišných proporcí a funkcí svůj vlastní výraz, provedení některých prvků je sdílené. Finální varianta pak uvádí v soulad ergonomickou a technickou složku návrhu s estetickými požadavky.

Pořadí fází a jejich zpracování je samozřejmě zjednodušené, protože jednotlivé fáze se překrývaly a v určitý moment probíhaly simultánně. Nové otázky, otevřené až při samotném navrhování, volaly po hlubší rešerši a z ní získané informace zpětně ovlivňovaly již zdánlivě uzavřené kauzy, přičemž platí, že čím hlubší vhled, tím více otázek vyvstává.

Cílem zpracování vlastního návrhu designu vysokozdvížného vozíku bylo řešení problémů jeho provozu a obsluhy ve specifickém prostředí, zjištěných při práci na rešeršní části. Jedná se především o zmenšení jeho prostorových nároků pro pohodlnější manipulaci ve stísněných prostorech, zlepšení výhledu řidiče a zlepšení ergonomie ovládání vozíku, a to především při jízdě vzad na střední a dlouhé vzdálenosti s objemným nákladem omezujícím výhled.

Snížení zdravotní zátěže profese pozitivně ovlivňuje kvalitu života jako celku. S nárůstem pohodlí a bezpečnosti dochází i ke zvýšení efektivity práce, což s sebou nese i finanční prospěch.

1 VÝVOJOVÁ ANALÝZA

1

Tato analýza se věnuje více než stoletému vývoji, který dospěl k současné podobě vysokozdvizných vozíků, a několika dostupným konceptům, které by měly naznačit, kam se bude tento vývoj pravděpodobně dále ubírat.

1.1 Úsvit průmyslových vozíků

1.1

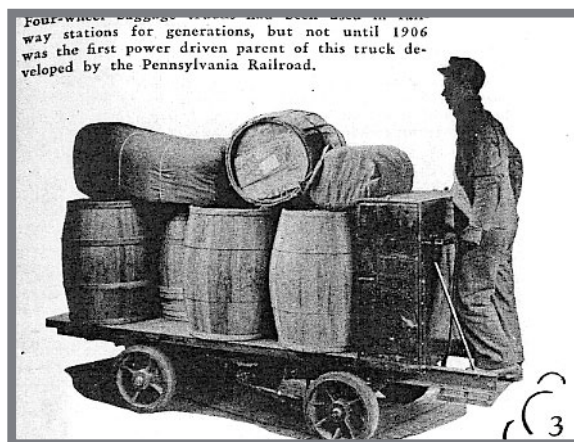
Vysokozdvizný vozík je syntézou dříve několika samostatných zařízení, která byla v průběhu času postupně kombinována a dle úrovně technické vyspělosti scelována v co nejúčinnější celky.

Samotný název „vysokozdvizný vozík“ poukazuje na historii tohoto zařízení. Schéma současného vysokozdvizného vozíku je staré asi osmdesát let. Vysokozdviznému vozíku předcházela vozík nízkozdvizný, který je svou povahou konstrukčně jednodušší. O další krok zpátky je zdvižný vozík, který nevyužíval principu protizávaží a nemusel být tudíž ani nutně vybaven vidlemi, ale jen plošinou. Stále se ale jedná o zdvižný vozík. Kombinace zdvihacího zařízení s vozíkem není v historii samozřejmostí, tak jako využití pohonu. Lidská síla a princip páky uplatněný na „dvoukoláku“ je základem, od kterého se odvíjí historie průmyslového vozíku.

1.1.1 Plošinový vozík

1.1.1

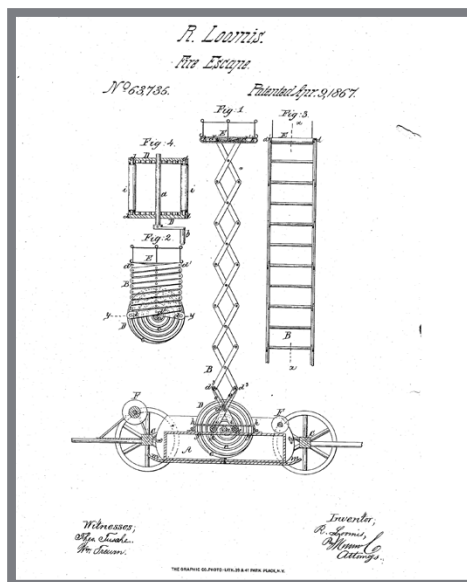
V minulém století měla v USA každá železniční stanice bez ohledu na velikost svůj lidskou silou poháněný čtyřkolový vozík. Ačkoliv musely být tyto přepravníky nakládány ručně, uvezly mnohem těžší náklad než tzv. „dvoukoláky“. V roce 1906 [1] v Altooně byl takovýto čtyřkolový vozík společnosti Pennsylvania Railroad vybaven baterií a pohonem, čímž se stal pravděpodobně prvním poháněným plošinovým vozíkem. Ovládání bylo umístěno tím způsobem, že obsluha musela jít pěšky před vozíkem. Idea poháněného vozíku se stala tak populární, že jejich použití se rychle rozšířilo do dalších oblastí průmyslu, ale trvalo ještě dlouho dobu, než se objevilo vhodné zdvihací zařízení.



Obr. 1-1 Plošinový vozík (po roce 1906) [1]

1.1.2 Zdvihací zařízení

První přenosné zvedací zařízení bylo zaznamenáno v roce 1867 [2] na patentovém úřadě v New Yorku. Bylo postaveno ze dřeva a hlavními částmi byla platforma a nůžkový zvedák. Vynálezce zřejmě nebyl obratný v propagaci své práce a trvalo téměř čtyřicet let, než byly jeho myšlenky zužitkovány.



Obr. 1-2 Zvedací zařízení z roku 1867 [2]

Několik zvedacích zařízení bylo postaveno i jinými vynálezci, žádné z nich ale neuspělo v širším měřítku, dokud nebyl o mnoho let později využit potenciál původního návrhu, tentokrát ale s použitím oceli a šedé litiny. Konkrétně firmou Revolvator bylo kolem roku 1904 [3] vyvinuto zvedací zařízení s otočnou základnou.



Obr. 1-3 Revolvator [3]

1.1.3 Nízkozdvižný vozík

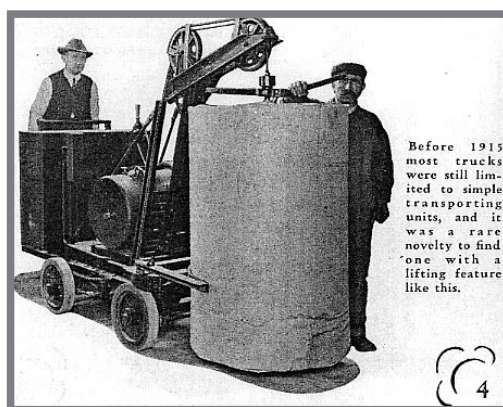
Jednou z prvních snah o kombinaci horizontálního a vertikálního pohybu byl ruční nízkozdvižný vozík z roku 1887, z této doby asi také pochází i první využití tzv. „skid“ [4] (viz. obrázek, více v kapitole o vývoji palety). Odolnější, celokovový nízkozdvižný vozík se objevil v roce 1909. Množství firem se tou dobou začalo zajímat o vývoj vozíků, což s sebou přineslo také mnoho dalších patentů.

1.1.4 Další inovace

Jeden z nejúspěšnějších pionýrů přišel s myšlenkou použití kuličkových ložisek v kolech svých vozíků. Je důležité poznamenat, že prodej tohoto typu nebyl tak úspěšný díky zřejmým výhodám práce s paletami, kterou nový vozík umožňoval, ale uspěl jednoduše díky tomu, že kuličková ložiska navýšila hmotnost, kterou byl jeden člověk schopen utáhnout, a to na cca 2000 kg místo původních cca 750 kg. Pět let poté ten samý podnik, který jako první použil kuličková ložiska, získal patenty na hydraulický zdvih. Tyto patenty spolu s obtížností a finanční náročností zapříčinily zastavení práce na experimentech s hydraulickými vozíky do roku 1922.

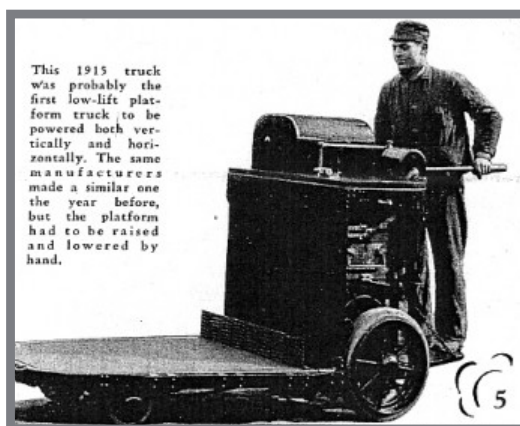
1.1.5 Plně poháněný zdvižný vozík

V roce 1913 se objevil vozík, který připojil k výhodám kombinovaného pohybu s materiálem (ve vertikálním a horizontálním směru) i elektrický pohon. Jednalo se vlastně o malý jeřáb upevněný na plošinovém vozíku.



Obr. 1-4 Plně poháněný zdvižný vozík (1913) [1]

Zvýšení výrobních požadavků následoval urychlený vývoj poháněného plošinového vozíku. Na raných modelech byl zdvih poháněn ručně, ale roku 1915 byl představen vozík poskytující pohon jak pro zdvih tak pro pojezd. Průzkum provedený téhož roku v USA a Kanadě zjistil, že bylo v provozu na tisíce poháněných vozíků.



Obr. 1-5 Plně poháněný nízkozdvižný plošinový vozík (kolem roku 1915) [1]

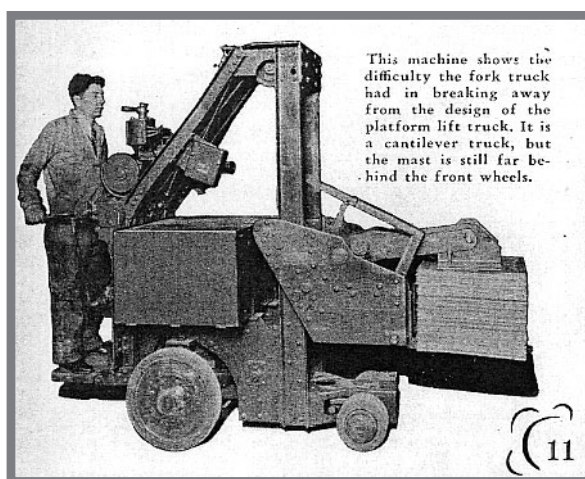
Firma Baker Rauch & Lang Company vyvinula a postavila jeřáb pro manipulaci s bombami. Pojezd i zdvih byly poháněny elektrickou energií. Tento vozík umožňoval manipulaci s rozměrnými dělostřeleckými náboji. [5]



Obr. 1-6 Baker Rauch & Lang (1915) [5]

1.1.6 Propracování konceptu vozíku s protiváhou

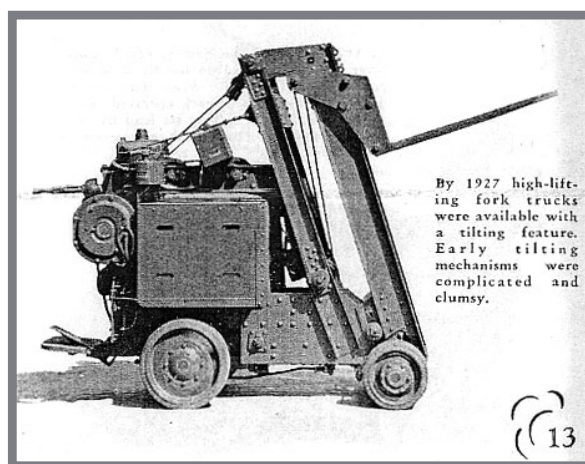
Nejvýznamnějším přínosem vývoje mezi lety 1919 a 1926 bylo postupné zkracování rozvoru bez negativních dopadů na stabilitu vozidla. Toho bylo dosaženo umístěním pracoviště řidiče do středu vozíku a především přemístěním akumulátoru, jedné z nejtěžších součástí, do zadní části vozidla, kde fungoval jako protizávaží v co největší vzdálenosti od středu otáčení.



Obr. 1-7 Vysokozdvíhací vozík (kolem roku 1920) [1]

K dalším vylepšením patřilo zdokonalení stožáru a implementace zařízení, umožňujícího naklopení celého stožáru jak dopředu tak dozadu nezávisle na zvedacím mechanismu. Jak je patrné z obrázku, naklápěcí mechanismus té doby byl komplikovaný

a neforemný. Neopomenutelným zdokonalením bylo zavedení svařování do výroby místo nýtování pro lehčí a pevnější konstrukce.



Obr. 1-8 Vysokozdvížený vozík s naklápečím stožárem (kolem roku 1927) [1]

1.1.7 Plošinový vozík se spalovacím motorem

1.1.7

První Clark Trutractor byl postaven v roce 1917 v Buchanan [6], Michigan zaměstnanci Clark Equipment Company a jeho vývoj začal, tak jako i v případě jiných, v období první světové války, kdy stoupla potřeba mechanizace výroby způsobená nedostatkem pracovních sil. Trutractor byl světově první průmyslový vozík se spalovacím



Obr. 1-9 Clark Trutractor (1917) [6]

motorem. Původní model byl vybaven buď pouze plošinou nebo přepravním boxem, v obou případech ale musel být nakládán ručně. Postupně byl doplněn o další verze vybavené několika typy nástaveb. Tento tříkolový vozík byl používán k vnitropodnikové přepravě materiálu. Návštěvníkům závodu Clark Co. vozík Trutractor svou praktičností imponoval do té míry, že zažádali o výrobu několika kusů určených k prodeji. V roce 1918 jich tedy bylo vyrobeno a prodáno osm a následujícího roku dokonce sedmdesát pět.



Obr. 1-10 Clark Trutractor (1917) [7]

1.1.8 Spalovací plošinový vozík s hydraulickým zdvihem

V roce 1922 je uveden spalovací plošinový vozík Clark Truclift, který je světové prvním spalovacím vozíkem, jež využíval hydraulického pohonu zdvihu místo mechanických převodů a přepákování.



Obr. 1-11 Clark Truclift 3 t (1922) [8]



Obr. 1-12 Clark Truclift 5 t (1922) [6]

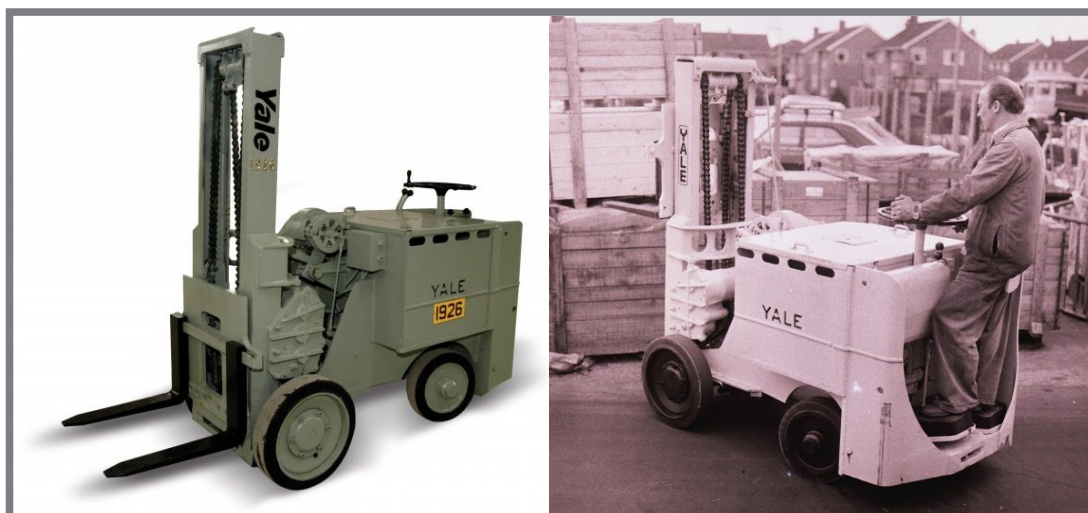
1.2 Vysokozdvížený vozík

1.2

1.2.1 Elektrický vysokozdvížený vozík

1.2.1

V roce 1923 [9] přichází firma Yale Materials Handling Corporation se světově prvním elektrickým skutečně vysokozdvížným vozíkem. Zdvihací mechanismus byl poháněn přes ráčnu, pastorek a samozřejmě řetěz. Úvodní modelová řada obsahovala hned několik zástupců.



Obr. 1-13 Yale Model K (1926) [9]

1.2.2 Spalovací vysokozdvížený vozík

Uvedení světově prvního spalovacího vysokozdvížného vozíku předcházelo v roce 1923 tažný vozík Clark Duat, který byl používán jako tažné zařízení pro vlečky, např. s nákladem dřeva, nebo průmyslových materiálů. Následujícího roku byl představen Duat doplněný o zdvihací zařízení, čímž se stal prvním, skutečně vysokozdvížným vo-

zíkem poháněným spalovacím motorem. Zdvihač zařízení bylo připevněno poměrně primitivně.



Obr. 1-14 Clark Duat (1923) [6]

1.2.3 Spalovací vysokozdvíhací vozík s hydraulickým zdvihem

Clark Tructier byl uveden na trh v roce 1928 a jednalo se o první spalovací vysokozdvíhací vozík, který pro zdvih využíval hydrauliky místo řetězů a lan.



Obr. 1-15 Clark Tructier (1928) [6]

Od počátku třicátých let do současnosti nebyla již historie vysokozdvížného vozíku tolik o hledání nových principů jeho fungování jako spíše o objevování širšího pole jeho působnosti. Rozsáhlost použití, které se vozíku dostalo v armádě během války, je význačný důkaz jeho průmyslové důležitosti.

1.2.4 Elektromagnetický přenos výkonu

1.2.4

V roce 1948 představila firma Clark Dynatork Drive, zařízení pro elektromagnetický přenos výkonu mezi spalovacím motorem a převodovkou, které nahradilo suchou spojku, do té doby používanou na všech vysokozdvížných vozících.



Obr. 1-16 Clark (1948) [6]

1.2.5 Hydrostatický systém pojezdu Linde Hubtrac

1.2.5

Již v roce 1960 [10] představilo Linde první vysokozdvížný vozík s hydrostatickým pojezdovým ústrojím. Od té doby došlo ke snížení otáček hydrostatických motorů



Obr. 1-17 Hubtrac H3K nalevo(1960), 39x-serie Linde H25 napravo (2011) [10]

Linde o více než 95 %, což znamená nižší spotřebu energie, snížení úrovně provozního hluku a celkově vyšší účinnost.

1.2.6 Průmyslové vozíky s hybridním pohonem

Společnost Still se roku 1983 [11] prezentovala světově prvním průmyslovým vozíkem, který využíval výhod hybridního pohonu.

1.2.7 Vysokozdvížné vozíky poháněné CNG

Producent manipulační techniky Clark byl v roce 1991 prvním výrobcem vozíků, který nabídl komplexní systém doplňování paliva pro vysokozdvížné vozíky poháněné stlačeným zemním plynem (CNG). K výhodám CNG patří především nižší emise a náklady.



Obr. 1-18 Clark (1991) [6]

1.2.8 Vysokozdvížné vozíky s hybridním pohonem

RX 70 Hybrid je prvním dieselovým vysokozdvížným vozíkem na světě (2012) [12] se zpětným získáváním energie, který dokáže ušetřit až 20 % paliva ve srovnání s verzí



Obr. 1-19 Still RX 70 Hybrid (2012) [12]

RX 70, která byla již při svém uvedení na trh v roce 2006 nejúspěšnějším vysokozdvížným vozíkem se spalovacím motorem ve své třídě. Díky své jedinečné vlastnosti ukládání energie do dvouvrstvých superkapacitorů, bylo dosaženo schopnosti rychle přijímat vysoké proudy a opět je rychle odevzdávat. Zejména pro dosažení větší akcelerace při nakládání nebo zvedání nákladu.

1.2.9 Inovace v oblasti ovládání

1.2.9

Linde twin pedál

Firma Linde registrovala svůj první patent na tzv. twin pedál v roce 1958 [13]. Obě nohy zůstávají na pedálech a ovládají pohyb vpřed a vzad. Brzdový pedál není přítomen, protože vozík zastaví, jakmile není stlačen žádný pedál.

Hyster Monotrol pedál

V roce 1964 [14] společnost Hyster představila Monotrol® pedál, unikátní zařízení umožňující ovládat pojezd dopředu i dozadu jedním pedálem.



Obr. 1-20 Hyster Monotrol (1964) [14]

Ovládání pomocí joysticku

Firma Genkinger-HUBTEX uvedla v roce 1992 [15] jako první na světě joystick pro citlivé, proporcionálně ovládané pohyby stěžně.

1.3 Vývoj palet

1.3

Vývoj vysokozdvížných vozíků úzce souvisel s vývojem palet. Předchůdcem palet, jež známe dnes, byl tzv. skid. Lze rozlišit několik druhů skid, dead skid se čtyřmi podpěrami, semi-live skid s dvěma podpěrami a dvěma kolečky a live skid, opatřený sadou čtyř koleček. Zpočátku byly používány třeba jen dřevěné platformy, které bylo nutné podložit čtyřmi samostatnými podpěrami pokaždé, když byly usazeny. Později byly

dvě z těchto nohou-podpěr připevněny trvale, takže dále bylo nutné zacházet pouze s třemi místo pěti součástmi. Když byl uveden do použití skid ve formě, kterou známe dnes, byl dostupný v mnoha rozličných velikostech, výškách a řešeních, což vedlo k tomu, že vzájemná kompatibilita vozíků a skid byla značně omezena, protože rozsah zdvihu vozíků byl velmi omezený. Ačkoliv zpočátku nevýhoda, vedla tato rozměrová rozmanitost k úpravám vozíků, zásadně důležitých pro jejich další vývoj. Od vozíků s větším rozsahem zdvihu (v řádu desítek centimetrů), původně vyvinutým jako odpověď na nestandardizované rozměry skid, byl už jen krůček ke stohování. Poválečná standardizace (USA 1919) vyřešila zbytek problémů s rozměrovými variacemi. Vozík prošel od té doby ještě dlouhým vývojem, skid se nám naopak dochoval do dnešních dnů v téměř nepozměněné podobě. [16]



Obr. 1-21 Dead skid a semi-live skid [16]

Rok 1919 přinesl rozvoj vozíků se zvedacím zařízením vybaveným konzolovým nosníkem, stejně jako uvedení vidlí a pístů. Konzolový nosník umožnil těmto vozíkům přiblížit se až k regálu aniž by pod regálem musel být prostor pro přední kola, čímž byl dosažen důležitý milník na cestě k efektivnímu stohování. Prostřednictvím vidlí již bylo možné přemisťovat velké množství různých typů objektů.

Plytký skid, neboli dvoucestná jednostranná paleta, se objevil roku 1923, ale zůstal po řadu let ve fázi testování. Ještě v roce 1927 jej používalo jen velmi málo společností především kvůli nižší nosnosti a odolnosti ve srovnání s tehdy široce rozšířenými skidy, vybavenými kovovým rámem. V roce 1930 provedl velký producent kovového zboží průzkum možnosti použití oboustranných dvoucestných dřevěných palet a odhalil jejich do té doby skrytý potenciál, spočívající v ekonomičtějším provozu ve srovnání se standardními skidy.

1.3.1 Historie europalety

Europaleta (EUR-pallet) vychází z dřevěných palet používaných již dříve v železniční dopravě. V roce 1961 zadaly evropské železniční společnosti pod záštitou Mezinárodní železniční unie UIC standardizaci běžného typu palety. Skutečný autor není znám, ale jsou k dispozici historické záznamy dokazující enormní nárůst efektivity. [18]

Většina evropského průmyslu přešla k navrženým normám a jejich rozměrům byly přizpůsobeny i související zařízení, od nákladních automobilů přes vysokozdvizné vozíky až po regálové systémy. [19]

Systém EUR/EPAL není plně kompatibilní s ISO kontejnery, a proto Evropská unie zahájila iniciativu směřující k standardizaci a vzájemné kompatibilitě palet a kontejnerů. [20] Jednou z výhod je to, že kratší rozměr základny palety je 800 mm, a je ji možné protáhnout běžnými dveřmi (nejběžnější dveře dle DIN jsou od 850 mm výše).

1.4 Výhled do budoucna

1.4

1.4.1 Still RXX Concept

1.4.1

V roce 1998 [21] byl představen koncept RXX vytvořený kanceláří Teams Design pro společnost Still. Jednalo se o výsledek rozsáhlé studie bezpečnosti a vlivu lidského faktoru na ni. Největší překážka bezpečnosti byla jasná: při převozu nákladu je řidičův výhled naprosto omezen.



Obr. 1-22 Still RXX Concept (1998) [21]

Tým se pokusil vytvořit něco radikálně nového, hydraulicky zvedanou kabinu, která řidiči umožňuje udržet si bezpečný výhled, a teleskopický stožár. Velké množství dalších inovací došlo uskutečnění na konceptu RXX, je to například systém přihlášení řidiče, který slouží k tomu, aby vysokozdvižný vozík nemohl být ovládán neautorizovanou osobou. Vyměnitelná baterie je vhodná ve vícesměnném provozu, kdy není možné provést nabíjení v pracovních přestávkách. Zrychlené nabíjení dlouhodobě snižuje kapacitu baterie. Mnoho z inovací uvedených na konceptu RXX se později dostalo do sériové výroby firmy Still.



Obr. 1-23 Still RXX Concept (2008) [22]

1.4.2 Doosan Concept Forklift (CFL)

Aktuálním příspěvkem k pokročilým řešením vysokozdvížného vozíku je kocept firmy Doosan, který v roce 2012 získal ocenění Red Dot Design Award [23].

Koncept zdokonaluje vozík v několika směrech. Zaměřuje se na zvýšení bezpečnosti, přizpůsobení převážnému materiálu a ergonomii ovládání. Plně klimatizovaná kabina umožňuje hned několik pohybů. Při manipulaci s nákladem ve velké výšce je řidič u konvenčních modelů nucen k značně nepohodlnému otáčení hlavy kolem frontální osy. Tomu se koncept snaží zabránit vysunutím a následným natočením celé kabiny řidiče. Pro opravdu velké výšky je počítáno i s doplňujícím náklonem sedadla.



Obr. 1-24 Doosan Concept Forklift CFL (2012) [24]

Příspěvkem k nárůstu bezpečnosti je hned několik systémů. Informace jsou řidiči k dispozici zobrazeny průhledným OLED displejem integrovaným v čelním skle. Vozík je také vybaven systémem bezpečnostních kamer a senzorů, které pomáhají zajistit bezpečnost nejen vozíku a nákladu, ale především chodců pohybujících se na pracovišti. To, co tento koncept výrazně odlišuje, je systém výsuvné zadní nápravy, jejímž vysunutím je dosaženo zvýšení točivého momentu, působícího proti momentu nákladu, což pozitivním směrem posouvá hranice stability a nosnosti. [24]

2 TECHNICKÁ ANALÝZA

2

2.1 Elektrický pohon pojezdu vysokozdvížných vozíků

2.1

V manipulační technice se dříve používaly výhradně stejnosměrné motory, jejichž hlavní výhodou byla jednoduchá regulace otáček a momentu motoru. Stejnosměrné motory byly s rozvojem výkonové elektroniky postupně nahrazeny asynchronními motory, které dosahují vyšší účinnosti (což se projevuje v plynulejších změnách jízdy za různých podmínek, např. bez břemene a se zatížením, na rovině a na stoupání), vyšší hustoty momentu a jsou jednodušší i levnější. [25] Díky absenci sběracího ústrojí také vyhoví požadavkům na bezúdržbový provoz. Použití elektrického pohonu umožňuje uživateli nastavit individuální výkonnostní parametry odpovídající jeho požadavkům. [26]

Synchronní motor buzený vysokoenergetickými permanentními magnety by mohl být nejenom díky vysoké hustotě momentu na objem motoru vhodnou alternativou současných asynchronních motorů a mechanické převodovky. Přímý pohon přináší několik výhod. Vynecháním mechanických převodů lze redukovat ztráty výkonu, ale také snížit hmotnost celého vozidla. V oboru přímého pohonu mají motory s axiálním tokem a buzením permanentními magnety několik předností před motory s radiálním tokem. Jedná se o vyváženější točivý moment, lepší odvod tepla a nastavitelnou vzduchovou mezeru. [27]

Pro snížení úrovně hluku vytvářeného pohonem pojezdu je nejúčinnějším řešením úplné odstranění převodovky a použití přímého pohonu:

„U přímých pohonů jsou kladeny větší momentové nároky na trakční motory a proto jsou pro tyto aplikace vhodné zejména synchronní motory buzené vysokoenergetickými permanentními magnety. Tyto motory se vyznačují vysokou dosažitelnou hustotou momentu a vysokou účinností.“ [28]

2.2 Pohon zdvihacího zařízení

2.2

Pro pohon zdvihacího zařízení se v praxi používá hydraulických nebo elektrických systémů. V příbuzných oblastech manipulační techniky se lze setkat ještě s pneumatickým pohonem, nebo kombinací se spalovacími motory.

2.2.1 Hydraulický pohon

2.2.1

Mezi hlavní výhody hydraulického pohonu patří značný výkon při relativně malých rozměrech, plynulé řízení rychlosti a nekonečné množství pracovních poloh. Systém se však skládá z množství prvků, (hydraulických motorů, pracovní kapaliny a jejího zásobníku, chladiče, systému servoventilů, tlakového rozvodu, elektromotoru a čerpadla) a je poměrně náročný na seřízení, protože dochází k vzájemnému ovlivňování hydromotorů při práci nestejnými rychlostmi.

Energeticky nejnáročnější je samotný zdvih, podstatně menší nároky mají mechanismy umožňující naklánění zdvihacího zařízení, resp. ovládání alternativního nástroje.

Zvýšení energetické účinnosti je možné dosáhnout rekuperací této energie, tzv. digitální hydraulikou. Současné elektrické vozíky renomovaných výrobců používají hydraulický zdvih. Asynchronní motor pohání čerpadlo poskytující zdvižení nákladu, spouštění je navzdory tomu provedeno kontrolním ventilem a potenciální energie je převedena na odpadní teplo. Systém je díky tomu vysoce ztrátový a kvůli čerpadlům, která ve většině případů nejsou navržena pro provoz v obou směrech, je rekuperace prakticky neproveditelná.

Vhodně zvolený motor může být při spouštění břemene v generátorovém módu. Bylo prokázáno[29], že rekuperace potenciální energie a kontrola nákladu elektrickým servopohonem jsou reálně využitelné v elektro-hydraulických vysokozdvizných vozících. Při testech byla v závislosti na hmotnosti nákladu (0 kg, 690 kg a 900 kg) dosažena nejvyšší účinnost rekuperace energie v systému při spouštění 66,2 % a nejnižší 28,5 %. Testy ukázaly, že odhady účinnosti byly poměrně přesné. Rekuperace energie funguje efektivně také se synchronními jednotkami. Srovnání spotřeby energie konvenčního systému bez rekuperace energie a předloženého experimentálního systému přináší nejlepší poměr úspory energií 43,4 %.

2.2.2 Elektrický pohon

Elektrický pohon přináší výhody vysoké přesnosti polohování zajištěné číslicově řízenými krokovými motory, u kterých jsou vstupní impulsy převedeny na ekvivalentní krokové pohyby. Oproti hydraulickému pohonu odpadá u čistě elektrického pohonu nutnost použití tlakových médií, díky čemuž takovýto pohon umožňuje snadný přívod energie ke každému mechanismu, jeho nezávislý a dobře seřiditelný provoz a jednoduchou reverzaci. Pro akumulátorové vozíky je důležité, že elektrický pohon umožňuje rekuperaci potenciální energie při spouštění břemene.

Někteří autoři považují zdvihací zařízení u konvenčních vysokozdvizných vozíků za zbytečně těžké, což zvyšuje spotřebu pohonných hmot, a především odporující bezpečnosti použití, protože omezuje řidičův výhled z vozidla. Oba zmíněné problémy se snaží řešit návrhem zdvihacího zařízení sestávajícího z flexibilního lanového vedení a pevného rámového vedení. [30] Hmotnost břemena je nesena především lany, takže nároky na nosnost a pevnost prostorového vícevazebného vodícího mechanismu mohou být nižší a tudíž může být jeho hmotnost zredukována. Úspora hmotnosti vede k nižší spotřebě energií a těžiště vozidla se posunuje směrem dozadu, díky čemuž může být následně odlehčeno i protizávaží v zadní části vozidla. Zvedání a spouštění břemene je vyřešeno pomocí lanového vedení a o jeho pohon se stará elektromotor otáčející bubnem. Problém tohoto řešení je v omezeném zdvihu a vysoké světlé výšce vozíku.

2.3 Rekuperace energie

Pro akumulátorové vozíky je rekuperace energie důležitým prvkem, který jim umožňuje prodloužit pracovní interval mezi nabíjením. Snížení spotřeby energie s sebou nese i pozitivní vliv na ekologii a ekonomiku provozu vozidla. Lze využít jak rekuperace kinetické energie při brzdění vozidla, tak potenciální energie při spouštění

břemene. Pro relativně krátký časový úsek zpětného získání energie je přímé dobíjení konvenčních článků považováno za neefektivní. Jako dočasná úložiště slouží série superkapacitorů nebo setrvačníky, které v obou případech umožňují rychlé nabíjení a vybíjení a ze kterých je energie použita pro okamžitou spotřebu a pozvolné dobíjení akumulátoru. Jejich energetická účinnost cyklu nabití/vybití je také značně vysoká. Charakter provozu má zásadní vliv na účinnost rekuperace energie:

„Obecně lze konstatovat, že v případě pracovního režimu tvořeného dlouhými přepravními vzdálenostmi, např. vnitřní podniková doprava, budou mít tyto dlouhé úseky velký vliv na značné snížení účinnosti, resp. hodnotu relativní úspory energie. Naopak např. při využití stroje ve skladovém hospodářství, tedy při časté deceleraci, bude množství vrácené energie vysoké.“ [31]

2.3.1 Setrvačníky

2.3.1

V setrvačnicku je energie uchovávána v kinetické formě. U vysokorychlostních setrvačnicků se rotor otáčí rychlostí až 50 000 ot/min. [32] Tyto vysokorychlostní setrvačníky využívají pokročilých kompozitních materiálů pro rotor, vakua nebo heliové náplně a magnetických ložisek pro co nejmenší tření, hustota energie dosahuje až $100 \text{ Wh} \times \text{kg}^{-1}$. Nabíjení a vybíjení může být realizováno ve velmi krátkých časových intervalech, účinnost je udávána až 90 %, ale pasivní vybíjení dosahuje značných hodnot, až 20 % za hodinu.

2.3.2 Superkapacitory

2.3.2

Životnost superkapacitorů je omezena stářím, uváděné hodnoty dosahují dvanácti let. Co se týče počtu cyklů se 100% vybitím, přesahuje hodnota 500 000 cyklů. Vysokých úrovní bohužel dosahuje pasivní vybíjení a to až 14 % za měsíc. Energetická účinnost je velmi vysoká, od 85 % do 98 %. Hustota energie $5 \text{ Wh} \times \text{kg}^{-1}$, hustota výkonu $10\,000 \text{ W} \times \text{kg}^{-1}$. Jak u superkapacitorů, tak setrvačnicků jsou překážkou v širším rozšíření vyšší pořizovací náklady.

2.4 Vysokozdvížené vozíky a jejich nosnost

2.4

Nosnost vozíků se mění v závislosti na horizontální vzdálenosti těžiště břemene od zadního svislého čela vidlí a výšce zdvihu. Výrobci vozíků předkládají grafy těchto závislostí. Zjednodušený údaj nosnosti vozíku se pak vztahuje v kategorii 2–3,5t vozíků ke vzdálenosti 500 mm nebo 600 mm, což jsou rozměry, které souvisí s rozměrem EUR palety. Pokud je vzdálenost těžiště ve směru vidlí větší, nosnost vozíku klesá. Pokud je na vozíku umístěn jiný nástroj než vidle, je nutné nosnost snížit o rozdíl hmotností alternativního nástroje a vidlí.

Některé vozíky je možné vybavit pantografickým mechanismem, díky kterému může být nabráno břemeno z větší vzdálenosti od stožáru. Jedná se o podobný systém jako v případě retraků. U vysokozdvížných vozíků slouží toto zařízení například k nakládání a vykládání palet z nákladních automobilů pouze z jedné strany.

2.5 Pneumatiky dopravních vozíků

V zásadě existují tři druhy pneumatik používaných u vysokozdvížných vozíků: pneumatiky se vzdušnicemi, superelastické a plnopryžové pneumatiky. Vzdušnicové pneumatiky je u vysokozdvížných vozíků nutné hustit na vysoké tlaky, což může být v malých provozech problematické. Superelastické pneumatiky jsou tvořeny několika vrstvami pryže o různých vlastnostech a jejich jízdní vlastnosti se blíží vlastnostem vzdušnicových pneumatik, nehrozí u nich ale nebezpečí defektu. Plnopryžové pneumatiky neposkytují odpružení a jsou vhodné pro použití na rovných a hladkých plochách. [33]

2.6 Speciální vozíky

Boční

Boční vozíky jsou určeny pro přepravu předmětů, jejichž jeden rozměr výrazně přesahuje ty ostatní.

Čtyřcestné s křížovým pojezdem

2.6.1 Vozíky pro skladové operace

Pro provoz ve skladovém hospodářství a operace především s paletovými jednotkami se používají různé druhy speciálních vozíků

Výtahové/vychystávací

Pracoviště řidiče je u těchto vozíků umístěno na stožáru spolu s vidlemi pro přesnou manipulaci s nákladem ve velké výšce

Narrow aisle

Tzv. narrow aisles s otočně výsuvnými vidlicemi (mohou se otáčet na jednu nebo na dvě strany, čep, na kterém se otáčejí, se zároveň posouvá – paleta může být zasunuta do regálů po obou stranách uličky).

Retraky

Retraky (česká zkomolenina anglického Reach Truck) jsou oproti vozíkům s protizávažím komplexnějším strojem. Obsahují navíc systém pro posuv buď celého stožáru, nebo alespoň vidlí pomocí pantografického mechanismu. Při nakládce a vykládce je vozík méně stabilní, při pohybu s nákladem ale posouvá na rozdíl od vozíků s protizávažím těžiště přepravovaného nákladu nad přední kola a pro dostatečnou jízdní stabilitu není potřeba ho vybavovat dodatečným závažím. Náročnější inženýrská práce a větší množství pohyblivých součástí je kompenzováno úsporou prostorových nároků i snížením hmotnosti stroje, jinými slovy jednodušší a levnější ovládání a snížení spotřeby energie.



Obr. 2-2 Crown RM 6000 [42]

Retraky jako takové jsou určeny především do skladových hospodářství, ale využití horizontálního pohybu nákladu vzhledem k vozíku není omezeno jen na retraky nebo vnitřní použití. Díky jejich skladnosti jsou používány i jako vozíky, kterými jsou vybaveny nákladní automobily.



Obr. 2-3 Princeton D50 [34]

3 DESIGNÉRSKÁ ANALÝZA

Vzhled vysokozdvížných vozíků byl v minulosti určen především jejich funkční stránkou a použitými technologiemi, které také hrály zásadní roli v konkurenčním boji. Zlepšení technických parametrů a především vývoj zcela nových koncepcí ve sféře vysokozdvížných vozíků byl tak zásadní, že měl vliv na fungování mnoha oborů s ním souvisejících. Vysokozdvížný vozík doslova vyrostl z nízkých budov a upravil své prostředí.

3.1 Konfigurace

U některých výrobců došlo k nárůstu množství nabízených variant tak, aby co nejvíce vyhovovaly požadavkům konkrétního zákazníka a jeho aplikace. Spektra určení těchto vozíků se často překrývají. Příkladem může být nová modelová řada elektrických vozíků Linde E20–E35. Zájemce má na výběr ze dvou výškových a dvou délkových variant. Vozíky mají přibližně stejné přepravní kapacity, ale vyšší vozíky poskytují lepší výhled z vozidla, umožňují použití větších baterií a většího množství příslušenství. Nižší vozíky nepřekračují výšku 2080 mm pro projíždění nízkých vjezdů, oba typy vozíků ale umožňují nasazení v standardních kontejnerech. Nižší vozíky jsou také určeny pro režimy provozu, při kterých musí řidič častěji vystupovat a nastupovat (např. při vyzvedávání a balení; angl. Pick&Pack). Kratší vozíky jsou určeny pro omezené prostory a úzké uličky a část, u které dochází k redukci, je akumulátor.

V nejprodávanější váhové kategorii vysokozdvížných vozíků 2–3,5 t tak Linde nabízí sedmnáct modelů a jedná se o modulární systém, ve kterém si uživatel nevybírá konfiguraci jen z hlediska výkonu jednotlivých součástí, ale dokonce velikosti celého stroje.

3.2 Výrobci

Na úvod hodnocení vybraných značek jsou zařazeni dva výrobci, kteří do designu a výrazu svých produktů úspěšně investují, což dokládá i množství získaných ocenění. Z pohledu ocenění a inovativních technických řešení sem spadá i fa Still, na jejíž koncept diplomová práce navazuje, do výběru designérské analýzy ale není zařazena.

3.2.1 Linde

Již v roce 1985 získalo Linde ocenění iD Design Award za dobrý design řady diesel vozíků 351. Do dnešního dne následovalo téměř dvacet dalších cen, které obdrželo rozmanité spektrum vozíků. Spolupráce s Porsche Engineering probíhá již třicátý rok. Toto partnerství s jedním z nejprestižnějších poskytovatelů design služeb probíhá v celé fázi přípravy nového produktu, od navrhování až po jeho optimalizaci.

Současný koncept designu Linde je nepřehlédnutelně založen na trendech designu automobilového průmyslu [36], především sportovních automobilů. Příslušnost jednotlivých vozíků Linde ke značce je silná, všechny dodržují linii dynamických křivek a červené barvy s šedivými detaily. V současnosti se mezi předními výrobci manipulační techniky pravděpodobně jedná o ten nejdynamičtější přístup, vhodným výrazem by mohlo být i slovo nejvášnivější. Křivky karoserie často nesouvisí s konstrukcí nebo dokonce funkcí vozíku, ale snaží se o optické odlehčení a vyvážení, někdy popisované jako tzv. rozbití ploch. Toto tvrzení potvrzují i panely v odstínech šedé umístěné

na bocích vozíků. Postoje značky shrnuje Ralf Dingeldein, viceprezident vývojového centra Linde:

„Design by měl být vizualizací technických a ergonomických kvalit průmyslových vozíků Linde a měl by je oživovat. Řidič a jeho pracovní prostředí je ohniskem tohoto procesu, řidič by měl mít příjemný dojem z prostoru, optimální výhled, ovládání by mělo být intuitivní a vozík by měl řidič umožnit pohodlný nástup a výstup. Například dynamika, nízká silueta vozíku s dlouhým rozvorem a charakteristickou zadní částí je připomínkou komfortu a výkonu vozíku a znamená, že řidič nesedí na vozíku, ale uvnitř, kde je chráněn.“

Jak vnější tak vnitřní vzhled průmyslových vozíků Linde byl předmětem znatelného procesu vývoje. Jestli tvary a linky byly do uvedení rodiny 39x dieselových a LPG vozíků v roce 2002 definovatelné jako měkké, pak byly od té doby zostřeny. A tato designová charakteristika je od té doby patrná na všech průmyslových vozících. Všechny mají výrazný tvar klínový tvar. Od uvedení řad elektrických E20–E50 v posledních letech se tmavě šedý element po stranách s logem Linde stal zavedeným jako další charakteristický prvek designu Linde. Mimo jiné zajišťuje snadnou čitelnost bílého nápisu Linde i z větší vzdálenosti a pomáhá vyvážit celkové proporce a optickou rovnováhu vozíku. Každý produkt nám dává svým designem určitou vizuální zprávu. To platí jak pro vysokozdvížné vozíky tak pro sportovní auta. Současný koncept designu Linde založeného na automobilovém designu je diskutabilní, protože vysokozdvížný vozík je sice výkonným strojem, ale jeho silné charakteristiky jsou v poněkud odlišných oblastech než je tomu u automobilů. S maximální rychlostí 20 km/h je poněkud neopodstatněné přebírat prvky, které definují automobily, zvláště pak ty sportovní.

Svítlidla

Dynamické tvarování se týká i světlidel, která přejímají až agresivní výraz sportovních automobilů nebo motocyklů. Jelikož jsou přední světlomety u vysokozdvížných vozíků často zredukovány jen na to nejnужnější, což v tomto případě znamená zdroj světla a jeho ochranu před povětrnostními vlivy, tvarování se soustřeďuje na zadní světlomety. Určitým paradoxem jsou pak verze modelů určených jen pro vnitřní použití, u kterých jsou tyto jinak významné prvky, na které je zaostřena pozornost, zredukovány na plastové krytky. Z agresivních „očí“ se tak stávají oči slepé.

Linde Roadster

Ve fázi testování je koncept vysokozdvížného vozíku s názvem Roadster [37]. Tento prototyp je založen na sériovém modelu E–25 a je přínosný ve dvou základních věcech: absence předních podpěr střechy a použití vysokopevnostního bezpečnostního skla místo kovových přepážek střechy.

Redukce předních podpěr střechy je logickým vývojem konceptu umístění pístů určených pro náklon stožáru na střechu. [38] Kromě zvýšené ochrany řidiče před padajícími předměty to umožňuje použití subtilnějších stožárů se všemi výhodami, které to přináší. Střešní plexisklo zároveň zajišťuje větší míru ochrany před menšími předměty, které mohou mřížemi propadnout. Panel skla je v pohybu se stožárem, aby nemohlo



Obr. 3-1 Linde Roadster [37]

dojít propadnutí předmětů v mezeře mezi ním a stožárem. Zábradlí v přední části vozíku má sloužit k pohodlnějšímu nastupování a vystupování.

Linde Roadster je v současnosti testován na Frankfurtském letišti a první dojmy jsou pozitivní [39]. Provedená inovace významným způsobem přispívá ke zlepšení výhledu řidiče z vozidla, v konkrétní aplikaci u firmy Fraport Cargo je možné nakládat zboží bez pomoci další pracovní síly, nezbytné u jiných typů vysokozdvizných vozíků.

Otočné pracoviště řidiče

Příspěvkem firmy Linde k ergonomii a bezpečnosti provozu je i otočné pracoviště řidiče [40]. Sedadlo, volant a loketní podpěra s ovladači zdvihacího zařízení jsou spojeny v jeden celek, který je umístěn na otočném kloubu. Uvolnění je provedeno pákou a k otočení dojde silou, kterou musí vyvinout řidič nohou. Úhel otočení je devadesát stupňů směrem vlevo, řidič tak sedí kolmo ke směru jízdy.



Obr. 3-2 Otočné sedadlo řidiče [40]

Otočné pracoviště má pozitivní vliv na zdraví a pohodlí řidiče, protože není nucen při dlouhém couvání nepřírozeně namáhat svalově kosterní soustavu, a zvýšení bez-

pečnosti, protože řidič snáze dosáhne většího zorného úhlu ve směru jízdy. Provedení použité u Linde je velmi jednoduché, výhody spočívají v tom, že rotovány jsou jen potřebné části, takže jejich výsledná hmotnost je nízká a k pohonu není třeba použít motoru, stačí jen lehké odražení nohou. Toto řešení je také levné ve srovnání s náklady spojenými s otočnými kabinami.

3.2.2 Crown

3.2.2

Jedná se o výrobce, který získal množství cen, na svých stránkách tato společnost uvádí souhrnem osm desítek, mezi nejdůležitější patří Red Dot Award nebo IDEA. [41] Výsledné vizuální kvality výrobků Crown jsou do značné míry opačným pólem kvalit, o které je usilováno u Linde. Ač jsou tyto přístupy navzájem tak odlišné, svou důsledností v aplikaci vznikají výrobky s jasnou identitou. A pravděpodobně toto je společný jmenovatel, který je zodpovědný za úspěchy, kterých obě firmy na poli ocenění za přínos v oblasti designu dosahují.



Obr. 3-3 Crown C-5 Cushion [42]

Tvarování hmot by se dalo charakterizovat jako racionální s přítomností větších ploch, ne však fádní nebo bez nápadu, detaily v organickém provedení jsou použity především v interiéru. Některé spáry jsou křivky volnějších forem. Výrobky firmy Crown lze charakterizovat přátelským, subjektivně až nevinným dojmem.

Zajímavým prvkem jsou diagonály, které se vyskytují na tmavých částech a dodávají vozíku C-5 dynamiku. Tyto z bočního pohledu diagonály jsou ve skutečnosti zešíkmené pochozí plochy. Obsluha tak došlapuje pouze na ukloněné plochy, a to včetně schůdků.

3.2.3 Jungheinrich

Firma Jungheinrich došla ve vývoji ergonomických řešení pro jízdu vzad nejdále. U dnes již nenabízeného modelu EFG D30 je kabinou možno otáčet i přímo za jízdy plynule do úhlu devadesáti stupňů, kdy řidič sedí bokem ke směru jízdy, což je dostatečné pro krátké a střední tratě, otočení o větší úhel vyžaduje zastavení vozidla [43]. K nevýhodám patří to, že kabina neposkytuje tolik místa pro nohy, kolik je ho k dispozici v konvenčních řešeních, sedadlo je umístěno poměrně vysoko, takže nastupování a vystupování je náročnější, a vůbec celý vozík je poměrně vysoký.



Obr. 3-4 Jungheinrich EFG D30 5.0 [43]

3.2.4 Toyota

U již několik let světově nejúspěšnějšího výrobce vysokozdvížných vozíků najdeme povětšinou jen velmi konzervativní, jednoduché tvarování bez propracovaných detailů. Dynamiky je v některých případech dosaženo jednoduchým grafickým členěním ploch.

Boxcar

Ojedinělou koncepcí vyniká řada speciálních vozíků Boxcar [44]. Nosnost těchto vysokozdvížných vozíků začíná na hodnotě 3,6 t a při dané nosnosti se snaží o dosažení co nejkratšího vozidla. Vzdálenost čela vidlic od zadní části vozíku činí pouhých 2410 mm, což je hodnota, ke které se blíží modely jiných výrobců o poloviční nosnosti. Této zajímavé hodnoty je ale dosaženo na úkor řidičova výhledu z vozidla směrem vzad, čímž dochází k paradoxní situaci, kde je vozidlo navrženo pro pohyb ve stísněných prostorách, na druhou stranu řidiči kvůli přehledu o prostoru částečně znemožňuje využít jeho potenciálu.

Řada Boxcar rozhodně není reprezentantem celého portfolia výrobků Toyota a vybočuje z řady poměrně fádních strojů. Konkrétně nejmenší model z rodiny Boxcar pů-



Obr. 3-5 Toyota Boxcar [44]

sobí zvenčí velmi hrubým, technicistním dojmem, který podporuje i mřížka chlazení. Protizávaží v zadní části je velmi upřímné, naprosto masivní, odlehčené pouze šedou plochou v dolní části. Vozík téměř nepokrytý dává na odiv svou hmotnost a omezení výhledu. Z hlediska bezpečnosti provozu to může paradoxně přinášet pozitivní aspekty, protože v ostatních pracovnících musí vzbuzovat náležitý respekt. Vnitřní tvarování je naopak provedeno měkčeji, stále však spartánsky.



Obr. 3-6 Toyota Boxcar [44]

V kontextu ostatních vozíků včetně těch od jiných výrobců, bývá výhled směrem vzad u modelů určených pro plynová paliva v naprosté většině případů limitován umístěním zásobníku paliva. U modelu Toyota Boxcar je to ještě umocněno zkrácenou délkou a atypickými křídélky protizávaží.

3.2.5 Mitsubishi

Mitsubishi vyvinulo pro řadu svých vysokozdvížných vozíků Grendia nosností od 1,5 do 5,5 t speciální polykarbonát, který je 250krát pevnější než sklo a asi třicetkrát než plexisklo [45], a použila ho pro nahrazení ochranných mříží ve stříšce kabiny pod obchodním názvem Hi-Vis, za což získalo cenu FLTA za bezpečnost. Pro pohodlnější a zdraví méně zatěžující práci s nákladem ve velkých výškách byla vyvinuta otočná kabina, která chrání krční páteř řidiče před přetěžováním.



Obr. 3-7 Mitsubishi Grendia 5.0 [46]



Obr. 3-8 Mitsubishi Grendia 5.0 [46]

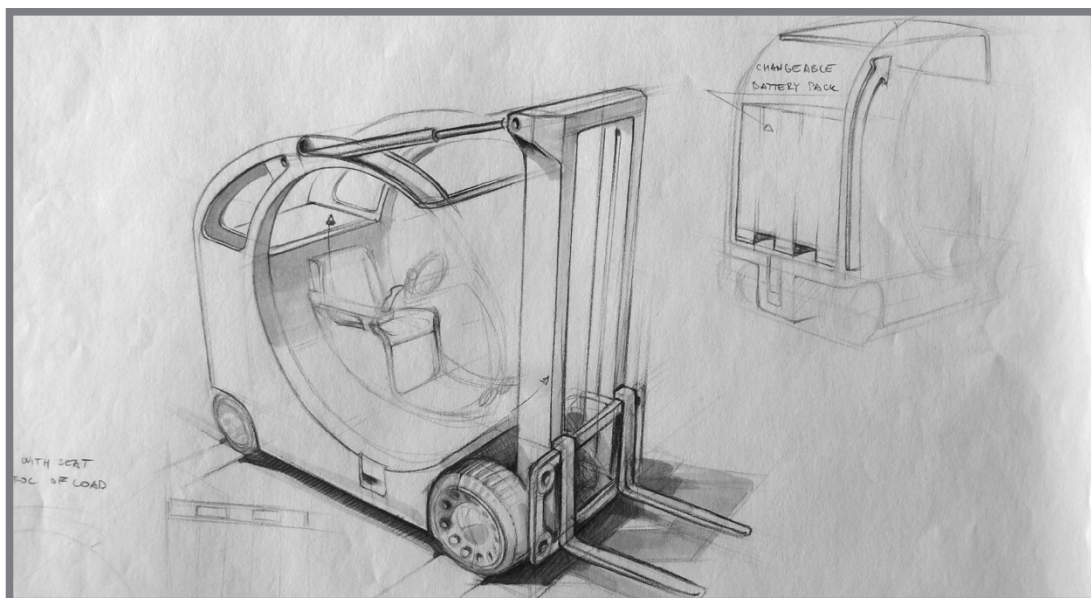
4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

4

4.1 První varianta

4.1

Jde o variantu zaměřenou na použití vyšších stožárů a poskytnutí řidiči kvalitního výhledu směrem vzhůru při manipulaci s břemenem ve velké výšce. Akumulátor funguje více než u jiných variant jako protizávaží a byl umístěn s ohledem na vyvinutí co největšího momentu nad zadní nápravu.

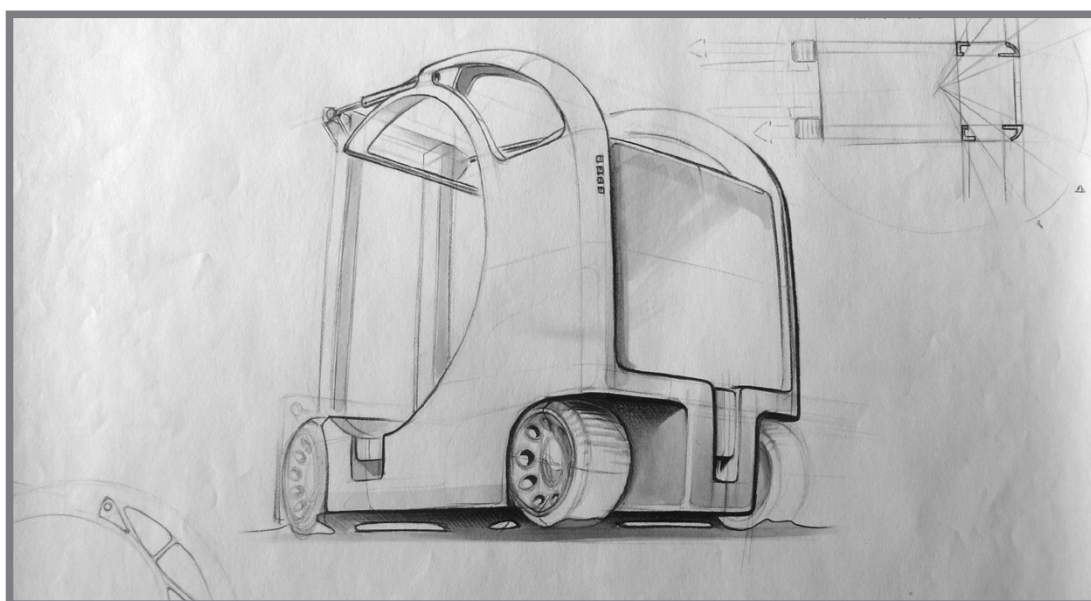


Obr. 4-1 Skica první varianty

4.1.1 Vozík s protiváhou

4.1.1

Dispoziční řešení této varianty odpovídá standardnímu vozíku s protiváhou. Akumulátor je umístěn v zadní části vozidla, aby bylo dosaženo co nejlepšího poměru mezi

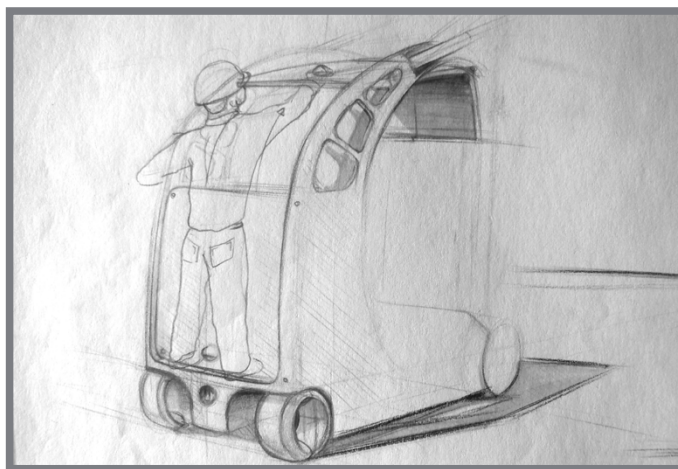


Obr. 4-2 Skica první varianty

hmotností vozíku a užitečnou nosností. Masa akumulátoru v zadní části nahrazuje nebo doplňuje masivní kovové protizávaží.

4.1.2 Akumulátor

Akumulátor je umístěn tak, aby byla zajištěna jeho snadná výměna. Je snadno přístupný jak seshora, tak ze zadní části vozíku. Jeho výměnu lze provést jak různými druhy jeřábů, tak jiným vysokozdvizným vozíkem. Toto umístění ale neumožňuje jeho výměnu pouze za pomoci nízkozdvizného vozíku a lidské síly. Kapotáž akumulátoru je upevněna v kolejnicích umístěných ve střešních vzpěrách, což umožňuje její zvednutí i při malém volném prostoru za vozíkem.



Obr. 4-3 Přístup k akumulátoru (první varianta)

4.1.3 Otočné pracoviště řidiče

Další charakteristikou vlastností rozvržení pracujícího s akumulátorem v zadní části je dostatek prostoru pro navržení pracoviště řidiče, které umožňuje rotaci sedadla kolem dvou hlavních os. Rotace kolem svislé osy přispívá k pohodlnějšímu a bezpečnějšímu provozu při jízdě pozpátku a rotace kolem horizontální osy snižuje zatížení, kterému je vystavena krční páteř řidiče při umísťování nákladu do velké výšky. Realizace pomocí otočné platformy nebo jen sedadla je levnějším a jednodušším, funkčně však ekvivalentním řešením naklápěcí kabiny, např. Mitsubishi Grendia 5.0 (viz str. 40).

Funkce naklápění se stala předlohou pro jeden z dominantních tvarových prvků návrhu – tubus, ve kterém je umístěno pracoviště řidiče. Jde o přiznání a zdůraznění otáčení kolem horizontální osy.

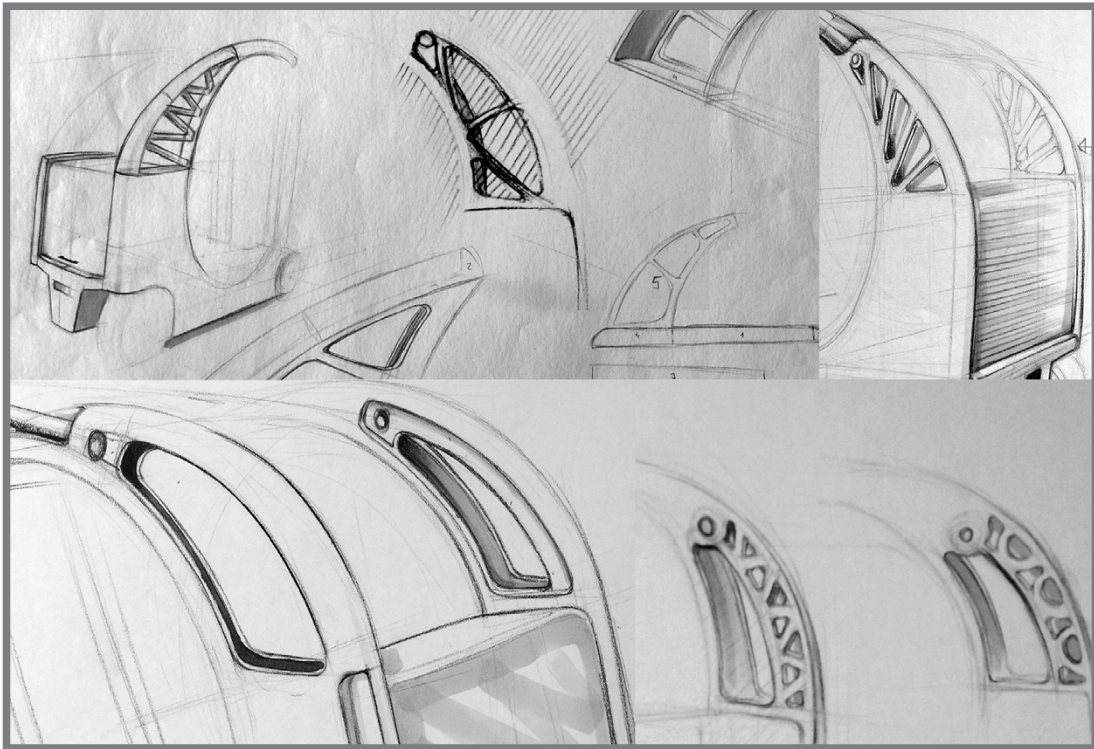
4.1.4 Střecha

Střecha, přesněji vymezeno veškerá hmota nad akumulátorem, je polyfunkční aparát sloužící jak k ochraně řidiče před povětrnostními vlivy a padajícími předměty, tak je to zároveň součást systému pro naklon stožáru a v neposlední řadě slouží i jako vodící mechanismus pro odklopení kapotáže a získání přístupu k akumulátoru. Jsou na ni kladeny protichůdné požadavky tuhosti a výhledu. Stožár lze rozdělit na několik sektorů podle množství funkcí, které jsou mu v tom kterém místě určeny. Tomuto členění

funkcí odpovídá i tvarové členění. Po osy upnutí lineárních hydromotorů, kde jsou kladeny zvýšené požadavky na tuhost, se jedná o uzavřený profil, směrem dále nad řidiče, kde už se jedná jen o jeho ochranu, je to profil otevřený. Velikosti ohybového momentu odpovídá zmenšující se příčný průřez.

Zadní vzpěry střechy

Ve skicách bylo zpracováno velké množství variant vzpěr střechy, které byly řešeny jak z praktické stránky: řidičův výhled, výroba; tak z estetické: především šlo o hledání výrazu odpovídajícího funkci podpěry střeš, ale i uchycení systému pro náklon stožáru. Zvažovány byly křivky napovídající o napětí (a jeho směru), které součást přenáší, ekvivalenty příhradové konstrukce asociující jeřáb atp. To vše samozřejmě v korespondenci s dalšími tvary.



Obr. 4-4 Varianty vzpěr střechy (první varianta)

Tvarové řešení

Stmelujícím prvkem tvarového a barevného řešení první varianty se stalo jakési dvojité prolomení ploch. Konkrétně je použito u vzpěr střechy, schodů a kapotáže akumulátoru spolu s tažným zařízením. Plocha primární barvy je nejprve o jednu úroveň snížena a dochází u ní ke změně barvy, zadruhé je i tato subplocha prolomena. V případě schodu to má své funkční opodstatnění zachováním téměř nenarušené pochozí plochy pracoviště, ale seshora zřetelné polohy schodu pro bezpečnější vystupování, ono druhé prolomení je v tomto případě dutina schodu. U vzpěr střechy jde o plošku zdůrazňující dutou osu, na které jsou zavěšeny hydromotory, druhotným poklesnutím je osa i průhled vzpěr a konečně v kontextu zadní části jde na první úrovni o kryt akumulátoru a na druhé tažné zařízení.

Umístění lineárních hydromotorů na střechu

Lineární hydromotory jsou situovány v horní části vozíku, mezi střechou a stožárem. Tato koncepce přináší zlepšení výhledu řidiče směrem vpřed, protože stožár může být subtilnější. Současně mohou být použity i písty o menší pevnosti, protože jsou umístěny ve vhodné poloze a při malé síle umožňují vyvinout velký kroutící moment pro náklon stožáru. Umístění hydraulických válců na střechu částečně snižuje řidičův výhled směrem vzhůru, tento nedostatek je ale kompenzován zlepšením výhledu vpřed. Řidič zároveň není v takové míře exponován předmětům padajícím z výšky.



Obr. 4-5 Vizualizace první varianty

4.1.5 Resumé

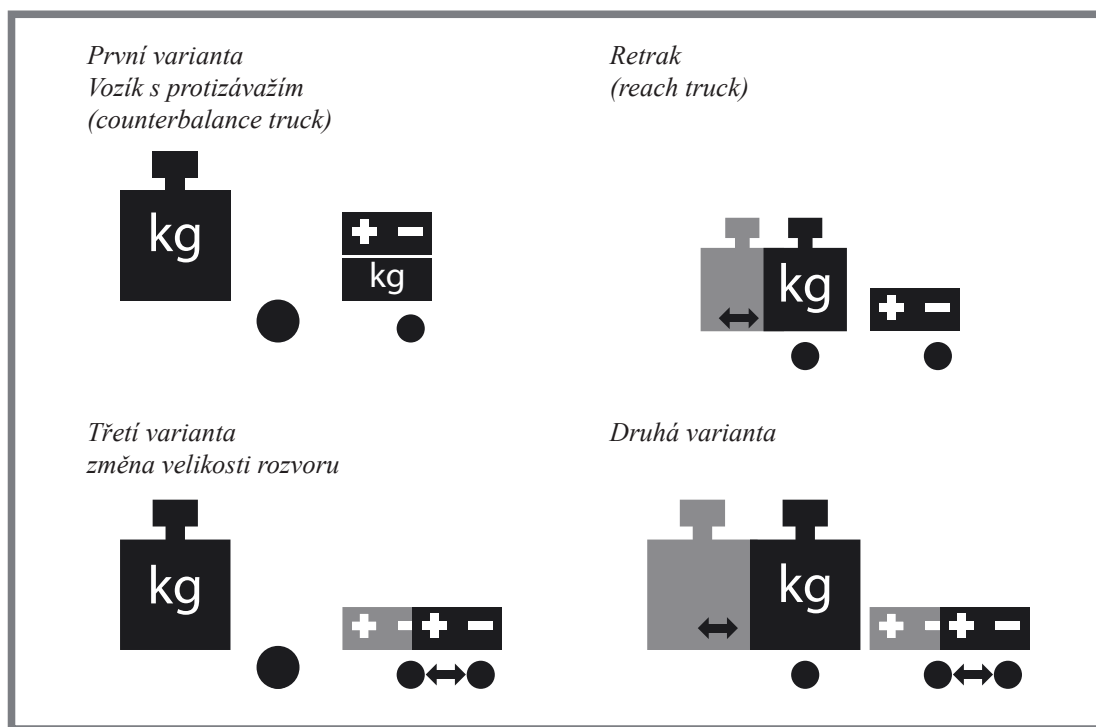
Koncepční řešení této varianty bylo opuštěno z důvodu přílišné fixace na vysoké stožáry: pohyblivá natáčecí platforma pracoviště řidiče pro jeho výhled do výšky, umístění akumulátoru pro vyvinutí co největšího momentu, ani pohodlný nástup nevyvažují nevýhody v podobě omezeného výhledu vzad, nebezpečně ukloněné pochozí plochy, výměny akumulátoru vázané na jiný vysokozdvizný vozík nebo jeřáb a nemožnosti použití nižšího stožáru, který by výškou odpovídal výšce vozíku. Tělo vozíku je na jednu stranu velmi nízké, na druhou stranu jej kvůli lineárním hydromotorům umístěným na střechu není možné doplnit stožárem o ekvivalentní výšce. Tvarová řešení detailů byla naopak využita u finální varianty, ať už se jedná o zadní vzpěry střechy, způsob použití kombinace barev nebo tažné zařízení.

4.2 Druhá varianta

4.2.1 Motivace

Vysokozdvizné vozíky s protiváhou jsou vybaveny závažími, která zvyšují jejich hmotnost a jsou v provozu neekonomická a neekologická zároveň, protože zvyšují i jejich

spotřebu pohonných hmot a prodražují tak jejich provoz. Vyšší hmotnost vozíku si pro stejnou dynamiku pohybu žádá i výkonnější motory a problém se dále prohlubuje. Koncept vozíku s protizávažím je výrobně levnou metodou, ale při prodlužování životnosti vozíků se zdá být v delším časovém horizontu neefektivní, protože při dané tonáži je možné pojmout vysokozdvizný vozík takovým způsobem, který zajistí snížení jeho hmotnosti. V současnosti jsou jako protizávaží zčásti využívány i akumulátory, jejich hmotnost ale bude s postupem času klesat a nebude jich již možno použít pro nahrazení ocelových závaží. Ve všech oblastech techniky vývoj směřuje k odlehčování a subtilnějším řešením.



Obr. 4-6 Koncepční schemata

4.2.2 Koncepce

4.2.2

Druhá varianta na rozdíl od té první opouští zavedené schéma vysokozdvizného vozíku s protizávažím a snaží se vozík vystihnout jako stroj určený třemi základními elementy: za prvé řidičem a jeho pracovištěm, za druhé podvozkem a za třetí zdvihacím mechanismem s břemenem. Aby nemuselo být využíváno principu protizávaží, posouvá se při převozu těžiště břemene nad přední nápravu, podobně jak je tomu u retraků nebo vozíků, kterými jsou vybaveny nákladní automobily (viz str. 32).

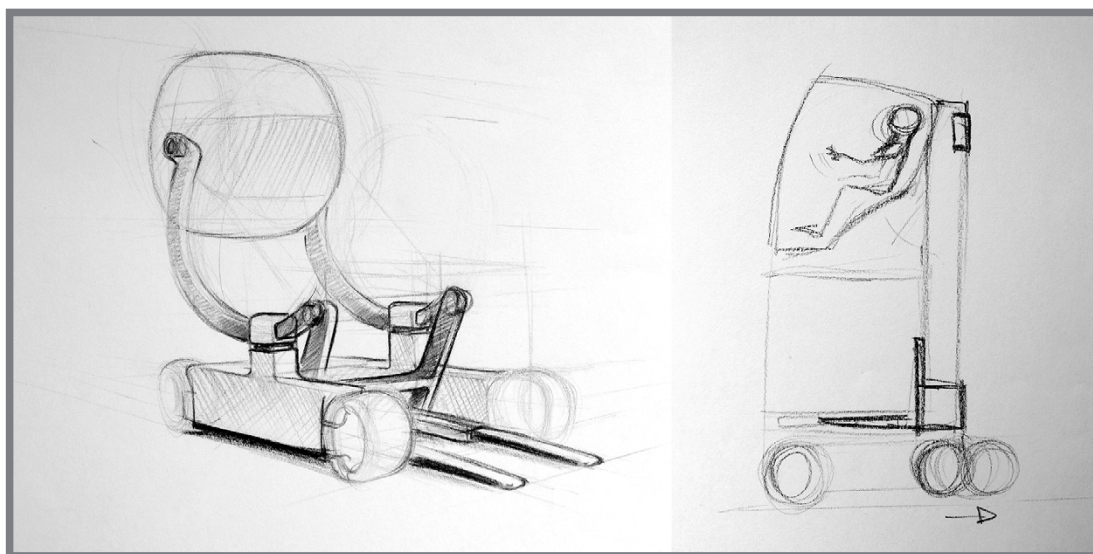
Tato varianta byla zpracována na koncepční úrovni a je kombinací konceptů retraku a vysokozdvizného vozíku, který se změnou rozvoru přizpůsobuje hmotnosti přepravovaného nákladu (Still RXX Concept [1998], viz str. 27; Doosan Concept Forklift [2012], viz str. 28). Změna rozvoru je tu použita pro zvýšenou stabilitu při nakládání. Daní za tyto výhody je zvýšení komplikací a nákladů při výrobě a údržbě, protože vozík je nutné vybavit sadou kolejnic a lineárních hydraulických motorů. Vývoj obecně ale spěje k propracovanějším a složitějším řešením.

4.2.3 Současné technologie

Pohyb tří částí vozíku – samotného korpusu, stožáru (ať už společně s předními nápravou nebo ne) a vidlic s břemenem – vůči sobě navzájem v horizontálním směru je řešení zavedené v praxi (např. některé výrobky firmy Princeton, viz str. 32).

4.2.4 Očekávané technologie

V návaznosti na rešerši provedenou v předmětu Diplomový technický seminář byla tato verze zčásti založena na využití moderních technologií. Nejdůležitějším se v tomto ohledu stal akumulátor.



Obr. 4-7 Skici druhé varianty

Akumulátor

Kromě vývoje směrem k účinnější miniaturizaci je tu důležitý vývoj v oblasti rychlobíjení. Akumulátor sice není snadno dostupný pro výměnu nutnou ve vícesměnném



Obr. 4-8 Vizualizace druhé varianty

provozu, ale díky využití rychlonabíjení to ani není nutné, protože čas v současnosti potřebný pro výměnu akumulátoru se stane dostatečně dlouhým pro jeho nabití. Slibný vývoj v oblasti ukládání energie naznačuje, že potenciál rychlonabíjení může být využit už v blízké budoucnosti.

Pokud nemusí být akumulátor pravidelně měněn, pak nemusí mít ani formu umožňující jeho snadnou výměnu, a tak se nejčastěji jedná o kvádr. Akumulátor může být rozdělen do více částí tak, aby odpovídal prostorovým možnostem. Konkrétně v případě tohoto vozíku může být umístěn v modulech za předními koly.

Inwheel

Použití motorů umístěných uvnitř kol (tzv. in-wheel) je u této varianty nutností kvůli úspoře prostoru.

4.2.5 Resumé

Druhá varianta nebyla zvolena jako finální, protože nakonec v plném rozsahu nepřišla očekávané prostorové úspory. Aby jich mohlo být dosaženo, musely by ve vozíku být použity složité mechanismy zajišťující komplikované pohyby jednotlivých částí tak, aby v ideálním případě vozík fungoval jako jakási platforma podvozku se stožárem, na kterém by bylo pohyblivě upevněno břemeno i kabina řidiče. Práce by se stala z důvodu vysoké finanční a technologické náročnosti neobhájitelnou.

4.2.5

4.3 Třetí varianta

Třetí varianta, která byla zároveň i chronologicky poslední, je jakousi střední cestou předchozích dvou variant a stala se základem finálního řešení. Kombinuje sice nové

4.3



Obr. 4-9 Vizualizace třetí varianty

přístupy a zvyšuje množství technologií, ale jen v takové míře, aby nedošlo k razantnímu nárůstu ceny výrobku, která by se tímto případě stala i veličinou odpovídající komplikovanosti řešení.

4.3.1 Předloha finální varianty

Tato varianta sdílí mnoho společných řešení s tou finální, a proto zde budou uvedeny spíše prvky, které ji odlišují. Oproti finální variantě je tu explicitně vyjádřena funkce změny délky rozvoru, a to jak nosnou konstrukcí, tak lineárními hydromotory. Výraz je díky tomu posílen, funkce zřejmější, ale přináší to několik nevýhod, které byly u finální varianty vyřešeny. Tím, že je na vozíku snadno dostupných více pohyblivých částí, dochází k nárůstu počtu míst ohrožujících pracovníky nebezpečím skřípnutí. Akumulátor lze vyměnit pouze v případě kompaktní konfigurace, což by mohlo způsobit obtížněji řešitelnou situaci v případě úplného vybití akumulátoru.

U této varianty byl nedostatečně vyřešen nástupní schůdek. Prioritou byl původně přístup k akumulátoru z obou stran s výhledem na použití výklopného schůdku nebo jeho umístění do okolí předních kol. Madlo by v druhém případě bylo zavěšeno na stožár. odpovídající řešení bylo nalezeno až při zpracování finální varianty.

4.4 Finální varianta

Následující kapitoly budou věnovány podrobnému popisu finálního řešení.



Obr. 4-10 Vizualizace finální varianty

5 ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

5

Návrh vysokozdvizného vozíku byl vytvořen antropocentrickým přístupem a byl od začátku zaměřen na zlepšení ergonomických vlastností vozíku vytipovaných v rešeršní fázi, které by měly přinést benefity jak řidiči, tak díky zvýšení bezpečnosti provozu i jeho okolí. Důsledkem zlepšení pracovních podmínek a pracovního prostředí je následně i nárůst produktivity.

5.1 Ergonomická kategorie

5.1

Vysokozdvizný vozík tohoto typu je možné zařadit do ergonomické kategorie E (ve vztahu k člověku jde o neužitkový pracovní kontakt, ovládání je realizováno ovladači a sdělovači, provádí se činnost nevýrobní a kontakt obsluhy je zde nejen prostřednictvím rukou, ale díky přítomnosti nožních pedálů i nohou).

5.2 Zorné podmínky

5.2

Proměnlivým prvkem majícím zásadní vliv na výhled z vozíku je převážený náklad. V případech, kdy náklad znemožňuje bezpečný výhled směrem vpřed, je řidič povinen couvat. U vozíků, které neumožňují rotaci sedadla nebo celé kabiny, má vytočení hlavy a trupu v kombinaci s otřesy výrazně negativní vliv na muskulo-skeletální soustavu řidiče. Tento fakt je v návrhu zohledněn použitím otočného pracoviště řidiče, které mu umožní na střední až dlouhé vzdálenosti natočit sedadlo do výhodnější pozice, např. o 90 ° jako je tomu u retraků, o plných 180 ° pro přirozené vnímání pohybu vozíku, nebo o jakoukoliv jinou požadovanou hodnotu, která může být i přednastavena. Díky vhodně zvolené koncepci je rotace možná na obě strany, což není standardem.

Jelikož je pracoviště řidiče navrženo jako pohyblivé a sedadlo je se samotným tělem vozíku spojeno pomocí rotační vazby, výhled se v závislosti na směru natočení sedadla částečně, ale v omezené míře mění. V schematických nákresech bude tento fakt zohledněn umístěním vrcholu zorných úhlů, pomyslného bodu reprezentujícího pozorovatele, na osu, definující otočné pracoviště. Nejzásadněji je v tomto směru ovlivněn výhled v horizontální rovině.

5.2.1 Výhled v horizontální rovině

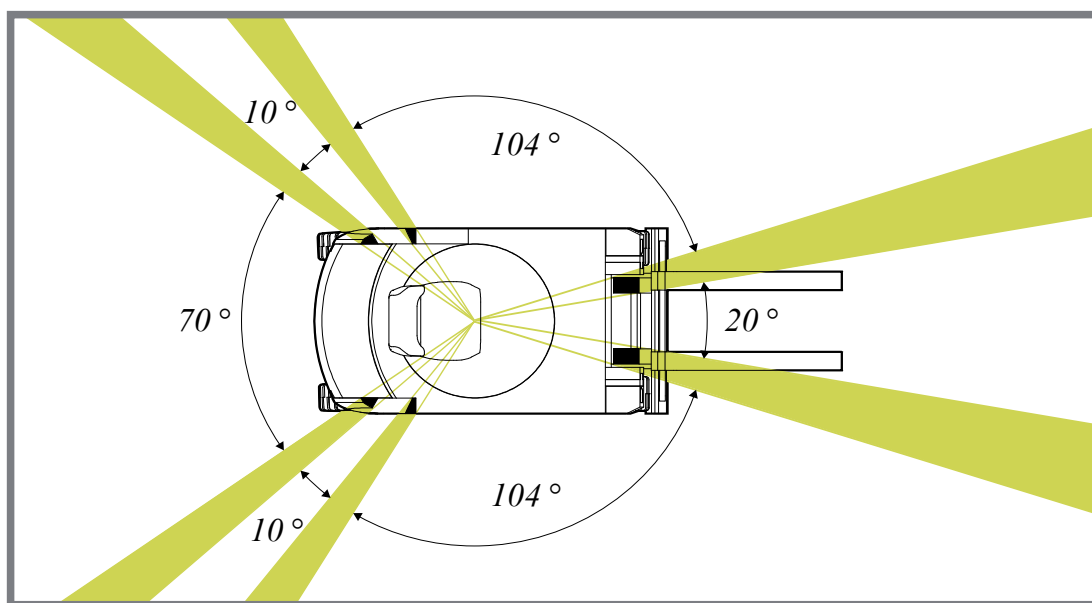
5.2.1

Řidičův výhled v horizontální rovině omezuje na jedné straně stožár, na druhé sloupky střechy. Nejúčinnějším řešením omezení výhledu přes sloupky stožáru, je použití teleskopického stožáru, který je ale spíše experimentálním řešením, protože dosud není v praxi zaveden a dostatečně odzkoušen. Jeho výškový potenciál je navíc omezen ve srovnání se standardně používanými systémy duplex, triplex atd. Výhled směrem vpřed byl zlepšen umístěním lineárních hydromotorů pro náklon stožáru na střechu, což přispělo jak k použití subtilnějšího stožáru, tak k eliminaci předních vzpěr. Subtilnější stožár je tak jediným elementem omezujícím výhled vpřed.

Zadní střešní vzpěry

Zadní střešní vzpěry musí být dostatečně mohutné, protože kromě ochranné funkce (podpora střechy) pomáhají zároveň zajistit i funkce náklonu stožáru a změny veli-

kosti délky rozvoru vozíku. Samotné vzpěry jsou nepohyblivé, ale v horní části jsou pomocí lineárních hdydromotorů spojeny přes dvojici rotačních vazeb se stožárem. Profily sloupků střechy jsou navrženy tak, aby byl poměr plochy nosného průřezu vůči omezení zorného úhlu výhledu řidiče co možná nejvýhodnější, aby co nejméně omezily výhled řidiče vzad při zachování dostatečného nosného průřezu. Zásadním faktorem návrhu je fakt, že křivky průhledu stožárem přirozeně odpovídají přímkám definujícím kruhové výseče řidičova výhledu.



Obr. 5-1 Řidičův výhled v horizontální rovině

5.2.2 Výhled v sagitální rovině

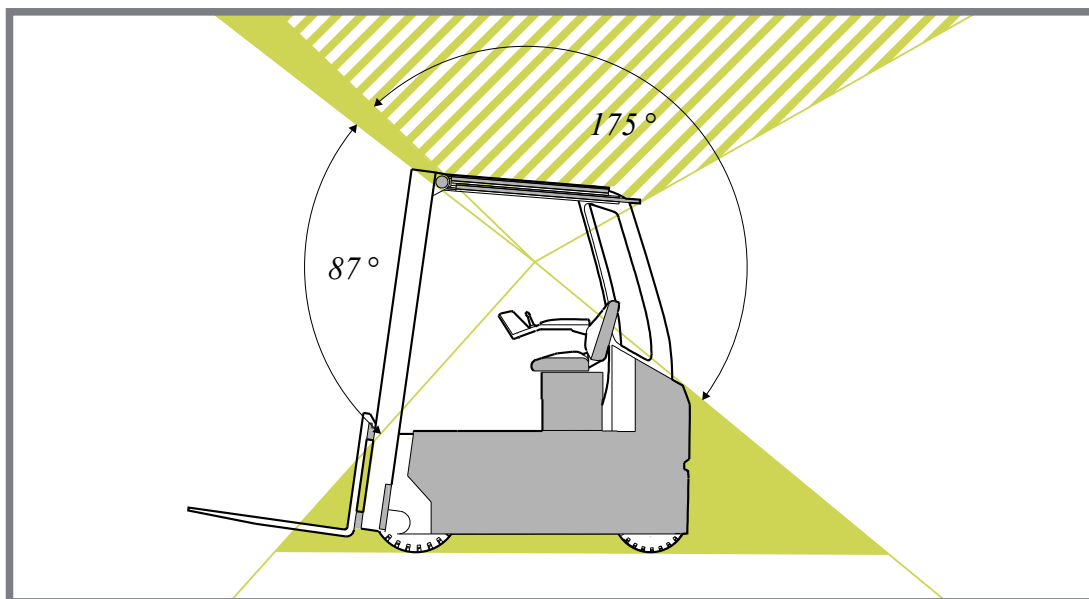
Výhled v sagitální rovině je směrem vzhůru ovlivněn střechou a vzpěrami a dalšími prvky mezi svislicemi stožáru, směrem dolů samotným tělem vozíku.

Střecha

Střechu tvoří dvě vrstvy bezpečnostního skla, což proti mřížoví poskytuje dvě zásadní výhody, vylučuje to možnost propadnutí menších předmětů a poskytuje to lepší výhled pro bezpečnější manipulaci s nákladem ve výšce. Čistota vrchního skla je zajištěna stěračem, o čistotu spodního skla se stará pryžová stěrka umístěna na hraně vrchního skla.

Tvar kapotáže pro bezpečný výhled

Svažující se kapota v zadní části podobně jako průhledy sloupků respektuje potřebu co nejméně omezeného výhledu, a proto její profil tomuto požadavku odpovídá. Svažuje se pod úhlem, který řidiči umožňuje výhled na hranu vozíku ze všech poloh jeho pracoviště, ale umožňuje i využití vnitřního prostoru. Protože byl tvar kapotáže ovlivněn více faktory než jen výhledem, více informací o kapotáži je uvedeno na str. 67 v kapitole Tvarové řešení.

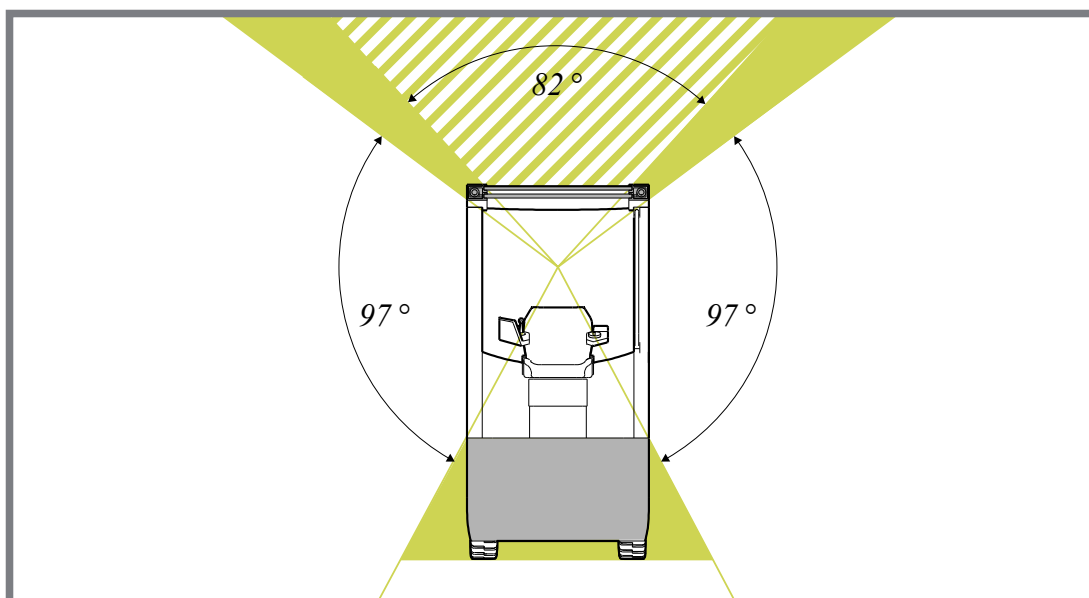


Obr. 5-2 Řidičův výhled v sagitální rovině

5.2.3 Výhled ve frontální rovině

5.2.3

Řidičův výhled ve frontální rovině je ovlivněn stejnými, nebo podobnými faktory jako ve dvou předchozích případech. Výhled směrem vzhůru je v tomto případě omezen kromě skel ještě profily fixovanými na lineárních hydromotorech, které slouží k upevnění zmíněných plexiskel. Výhled přes vzpěry střechy je zlepšen za použití principu podobného tomu zmíněnému u výhledu v horizontální rovině.



Obr. 5-3 Řidičův výhled ve frontální rovině

5.3 Přístup do vozidla

5.3

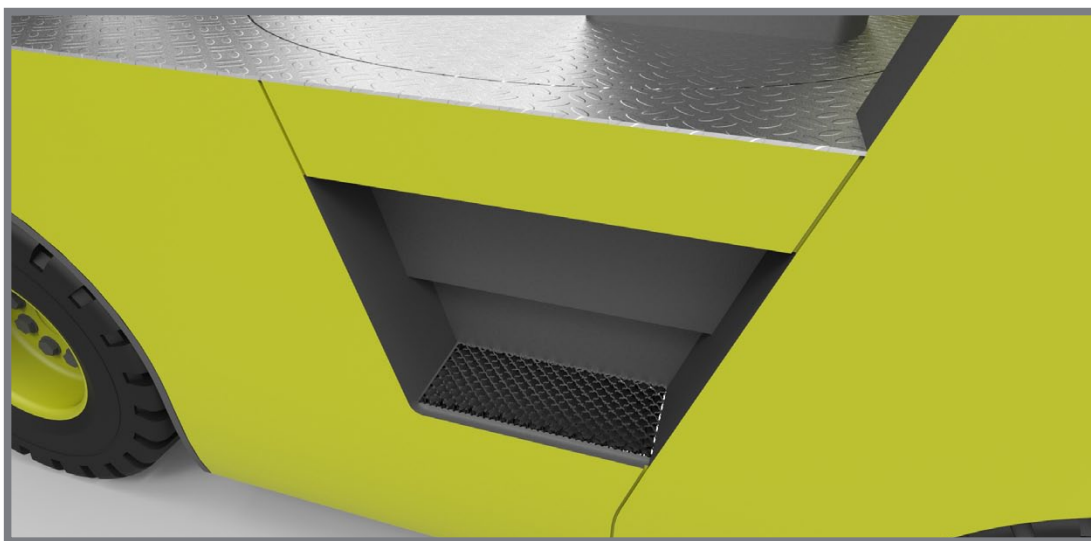
Platforma vozíku je navržena ve výšce 800 mm, což umožňuje pro dostatečnou ergonomickou kvalitu aplikaci jediného schůdku v poloviční výšce, tedy 400 mm. Schod o šířce 300 mm je dostatečně široký pro stoj na obou nohách. Plocha schodu je díky

použití obrobené mříže ohýbaného plechu protiskluzová i v případě znečištění. Schod je umístěn v zadní části vozidla, ne u předního kola, kam se zpočátku kvůli prostorovým úsporám využitelným například pro akumulátor nabízel, protože se bezpečnost nástupu bez rizika skřípnutí v pohyblivém mechanismu stala prioritou. Pro pohodlnější nástup a především výstup je na vzpěru zadní střechy umístěno madlo s dostatečně dlouhou částí vhodnou pro úchop i při výstupu, kdy je pro řidiče pohodlnější a jistější úchop výše. Umístění madla vně profilu místo jeho integrace je vhodné z důvodu výhledu z vozidla a zachování pevnostních charakteristik.



Obr. 5-4 Přístup do vozidla

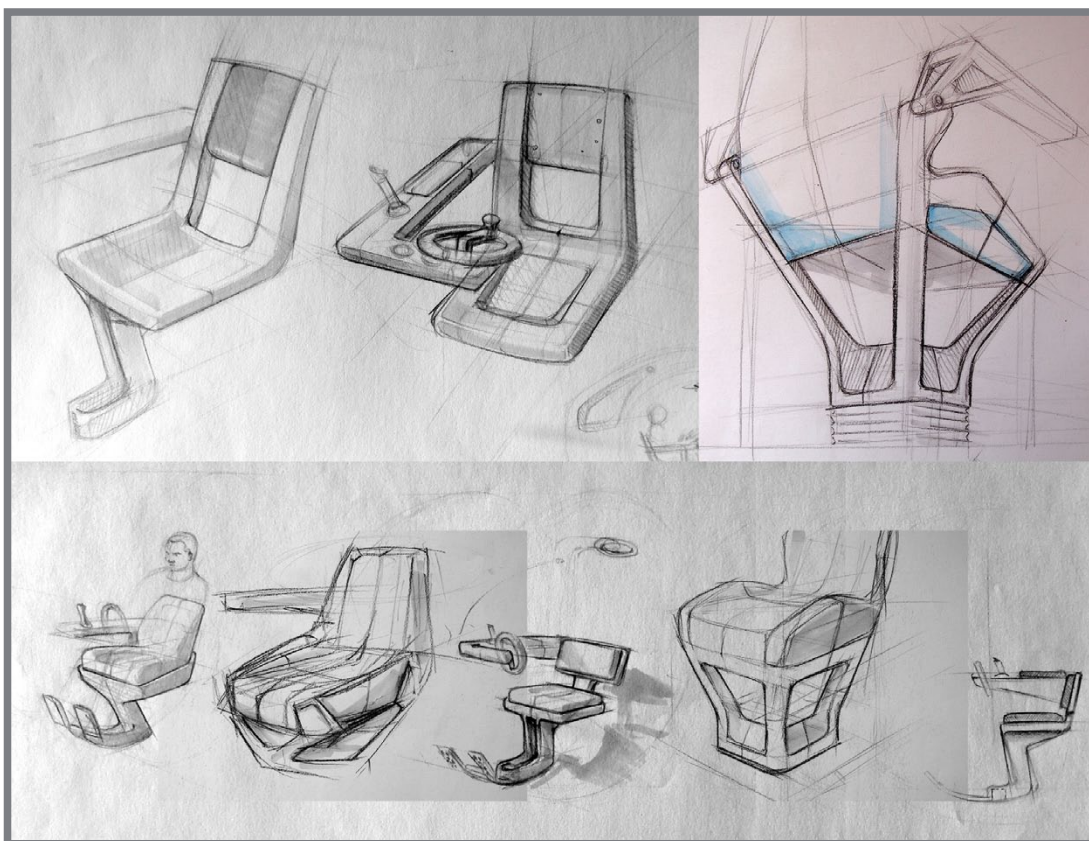
Protiskluzovým opatřením je použití diamantového nebo slzičkového plechu na pochozích plochách, které jsou, a to včetně schůdku, vodorovné pro zajištění bezpečného pohybu řidiče.



Obr. 5-5 Protiskluzová opatření

5.4 Pracoviště řidiče

Sedadlo je umístěno spolu s pedály na otočné platformě, což řidiči umožňuje při couvání na střední až dlouhé vzdálenosti rotovat své pracoviště. Řízení ve směru jízdy je pohodlnější a zdraví méně zatěžující. Couvání bývá vynuceno přepravou objemného břemene znemožňujícího bezpečný výhled vpřed. Otočení sedadla je také výhodné při nástupu a výstupu z vozidla. Otáčení platformy je řízeno elektronicky, bez vynaložení fyzické síly řidiče. Dostatek prostoru na platformě je předpokladem pro implementaci systému pro náklon sedadla pro pohodlnější a bezpečnější manipulaci s břemenem ve velké výšce. Tento systém by byl konstrukčně jednodušší a levnější obdobou naklápěcí kabiny, použité například u Mitsubishi Grendia 5.0 (viz str. 42).

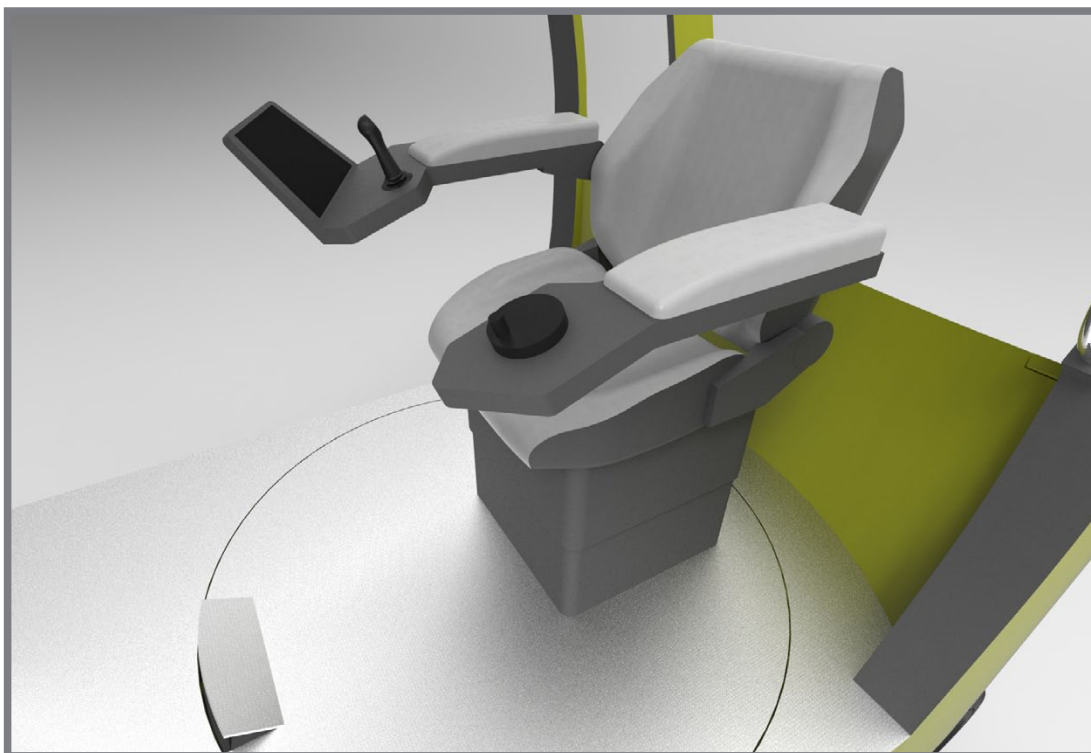


Obr. 5-6 Pracoviště řidiče

5.4.1 Sedadlo

Součástí návrhu je také sedadlo řidiče, ale vozík je navržen tak, aby bylo možné použít i sedadlo výrobce specializujícího se přímo v oblasti manipulační techniky. Někteří výrobci vysokozdvížných vozíků zadávají výrobu sedadel u externích dodavatelů, např. Cesab, Linde, Jungheinrich a další u fy Grammer. Vzhledem k rozdílným technologiím ovládacích mechanismů jsou tyto sedadla doplněna loketními podpěrkami se sadou odpovídajících ovladačů. Sedadlo samotné je tak komplexním zařízením, že jeho podrobné zpracování je vysoko nad rámec této diplomové práce, obsahuje totiž systémy odpružení, individuálního nastavení rozměrů a úhlů v mnoha směrech, v případě tohoto návrhu obsahuje v loketních opěrkách i většinu ovládacích a sdělovacích

prvků. Výška sedáku nad úrovní země je $h_7 = 1200\text{--}1360\text{ mm}$, nad úrovní platformy je to $400\text{--}560\text{ mm}$.



Obr. 5-7 Pracoviště řidiče

5.4.2 Ovladače

Ovládání stroje se dělí na dvě části: ovládání zdvihacího zařízení a ovládání pojezdu. Zdvihací mechanismus je ovládán joystickem a sadou tlačítek na pravé loketní opěrci. Ovládání pojezdu je vyřešeno kombinací nožních pedálů a náhradou volantů systému drive-by-wire s druhou sadou tlačítek na levé loketní opěrci. Vysokozdvizné vozíky, tak jako jiné manipulační stroje, mohou být ovládány pouze jedním pedálem. Všechny tyto části se pohybují spolu s řidičem při otočení jeho pracovního místa.

5.4.3 Sdělovače

Prakticky veškeré informace jsou řidiči sdělovány pomocí displeje umístěného na loketní opěrci pravé ruky. Toto umístění nijak neomezuje řidičův výhled, na druhou stranu není v přímém zorném poli řidiče při jízdě. U vozidel s otočným sedadlem namísto otočné kabiny zůstává otázka umístění průhledného displeje, který by mělo být možné umístit do skleněných výplní kabiny.

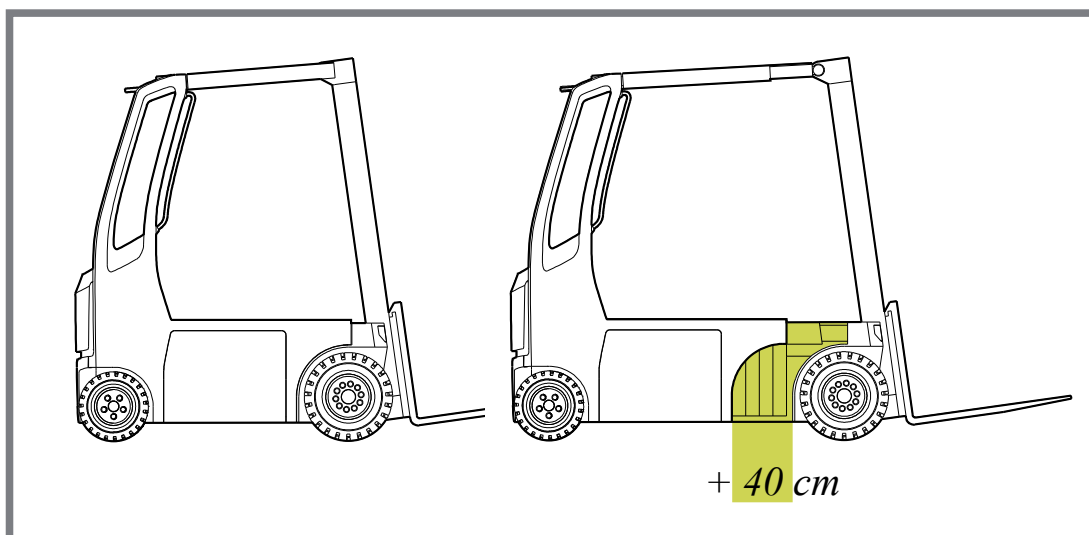
6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ

6

6.1 Změna délky rozvoru

6.1

Změna délky rozvoru je jedním z klíčových prvků tohoto návrhu, který je zároveň unikátním elementem, odlišujícím tento vozík od jeho konkurentů. Koncept vozíku se vzájemným pohybem náprav na úrovni prototypů existuje (Still RXX Concept [1998], viz str. 27; Doosan Concept Forklift [2012], viz str. 28), během zpracování řešerše však nebyl zaznamenán jediný projekt, který by odděloval přední nápravu.



Obr. 6-1 Změna délky rozvoru

6.1.1 Opodstatnění

6.1.1

Při pohybu v omezených prostorech skladů a jiných prostředí, ve kterých se vysoko-
zdvižný vozík běžně vyskytuje, je kompaktní vozík ve výhodě. Možnosti manévrování
jsou bezesporu větší. U vozíků o vyšší tonáži, které jsou zpracovány s důrazem na
kompaktnost (např. Toyota Boxcar; viz str. 39), dochází k nárůstu hmoty protizávaží
ve vertikálním směru, což s sebou nese negativní dopad na výhled z vozidla. Náklad
je u vysokozdvizného vozíku vyvažován hmotou samotného vozíku. Vzniklý moment
je v přímé závislosti jak na hmotnosti vozíku, kterou lze jen stěží v průběhu provozu
měnit, tak na ramenu, čili délce vozíku, kterou lze měnit snáze.

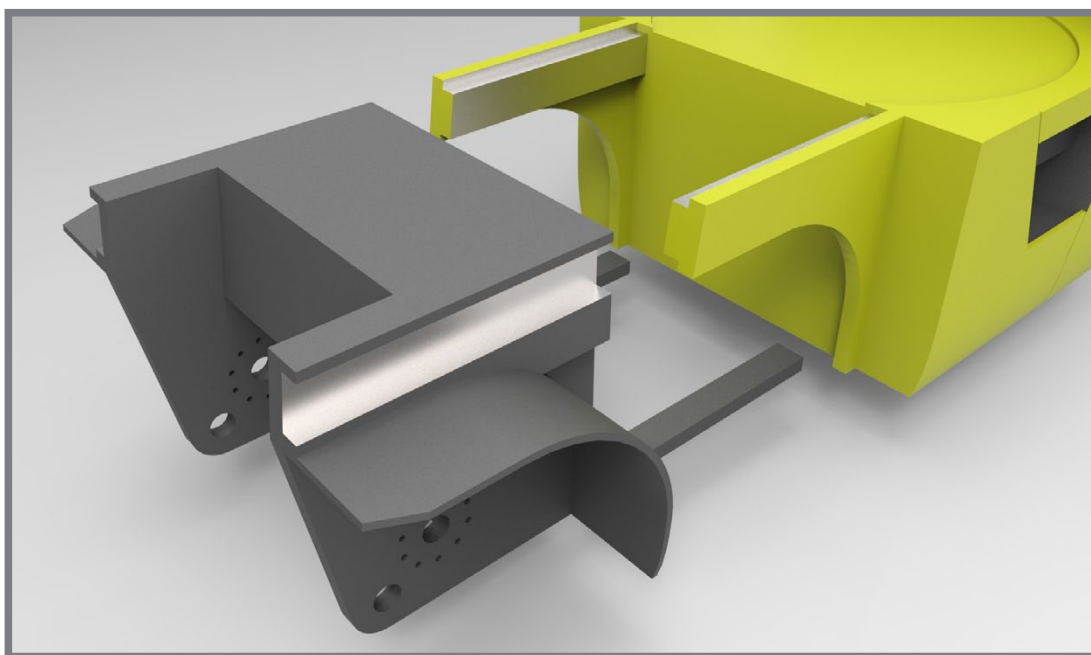
Vozík není při každé jízdě vytěžován na hraně své nosnosti, naopak je takovým způ-
sobem ve většině případů zatěžován jen zřídka. I kdyby vozík zajišťoval nákladku
zboží o limitní hmotnosti, polovinu jízdy absolvuje bez nákladu. Při jízdách bez nákla-
du, nebo s nákladem o nižší hmotnosti tak přichází ke slovu úprava velikosti rozvoru,
která zajistí požadované zvýšení pohodlí manévrování. Proto má přizpůsobování pro-
porcí vozíku hmotnosti přepravovaného nákladu své opodstatnění. Rozvor se může
zvětšit až o 40 cm, což je nárůst o více než 25 %.

6.1.2 Mechanismus změny délky rozvoru

6.1.2

Pro tento mechanismus je využit především prostor nad předními koly, který je dosta-
tečně objemný, ale nezužitkován u konvenčních řešení. V tomto prostoru jsou umís-

těny nosníky posuvné dvojice, ale mohou zde být umístěny i lineární hydromotory (nebo jiné motory zajišťující pohyb), které jsou ve finální variantě umístěny ve spodní části vozidla. Jeho zastavení neznámá vážnější omezení výhledu řidiče, běžně je v tomto směru omezen krytovaním kabiny. Umístění sedadla ve větší výšce je v otázce výhledu tímto směrem příznivým faktorem. Při pohybu modulu přední nápravy dochází i k práci lineárních hydromotorů umístěných na střeše, které tím zajistí konstantní úhel naklonění stožáru.



Obr. 6-2 Kluzné plochy mechanismu změny rozvoru

Volba oddělené nápravy

Pojmenování pohybu přední nebo zadní nápravy je při změně délky rozvoru relativní, protože se pohybují vůči sobě, důležitý je v tomto případě pohyb vůči hlavní hmotě vozíku, tzn. akumulátoru, pracovišti řidiče atd. Pohyb přední nápravy byl zvolen z důvodu přesunu větší hmoty protizávaží, což je z pohledu vyrovnaní momentu břemene efektivnější.

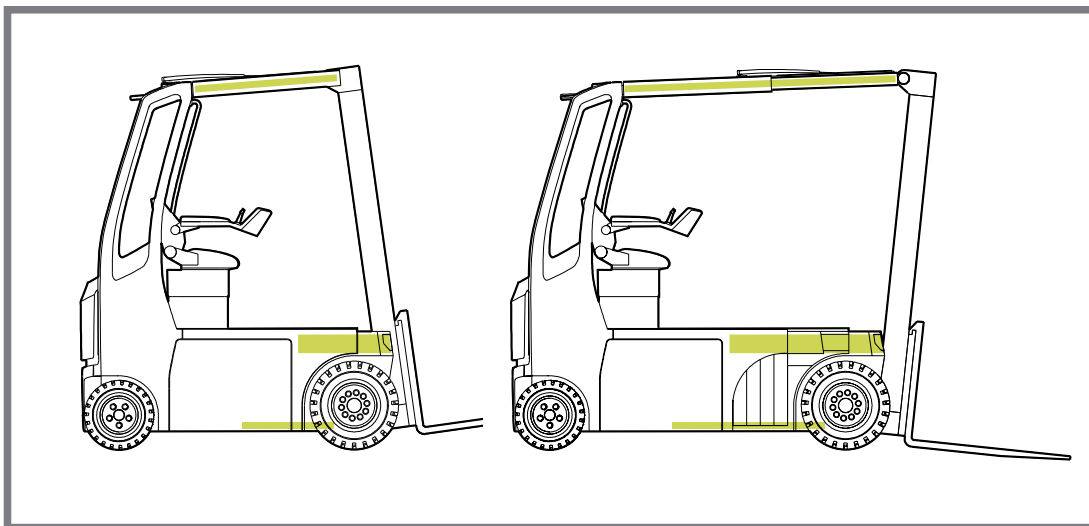
Pohon mechanismu pro změnu délky rozvoru

Zajištění pohybu hydraulikou se nabízí jako vhodné řešení, protože stroj hydraulický okruh již obsahuje a jeho rozšíření není problematické, navíc potřebný výkon je podstatně nižší než při zvedání břemene.

Výraz a bezpečnost

Při posuvu modulu přední nápravy vzniká mezi oběma částmi volný prostor, překlenutý nosníky, propojené hadicemi s hydraulikou a kabely s elektřinou, který je na šířku blatníků ponechán otevřený, aby bylo patrné, v jaké fázi posuvu nápravy se vozík nachází, aby člověk, který přijde s vozíkem poprvé do styku v jeho prodloužené konfiguraci, podvědomě chápal, co se s vozíkem odehrává. Lamelové zakrytí je použito až

u vnitřní části, protože v prostoru blatníků nevznikají rovné plochy, na které by bylo možné stoupnout a vystavit se tak nebezpečí skřípnutí. Jediným ohrožujícím místem by mohla být válcová plocha v jejím nejvyšším místě (630 mm), je však nutné poznamenat, že zaprvé v oblasti stožáru dochází k pohybu velmi mnoha částí a přítomnost pracovníka v tomto prostoru je z bezpečnostních důvodů u každého vysokozdvizného vozíku zakázána, a zadruhé u pracovních strojů vzniká mnoho míst ohrožujících skřípnutím (např. u kloubových nakladačů) a jako vhodné řešení se nabízejí různé senzory, označení žlutočernými pruhy.



Obr. 6-3 Mezní polohy stožáru s naznačenými pohybovými mechanismy

Při pohybu na platformě není člověk ohrožen skřípnutím při vzájemném pohybu náprav, spoj je seshora ve všech polohách posuvu překryt podlážkou.

6.1.3 Praxe

6.1.3

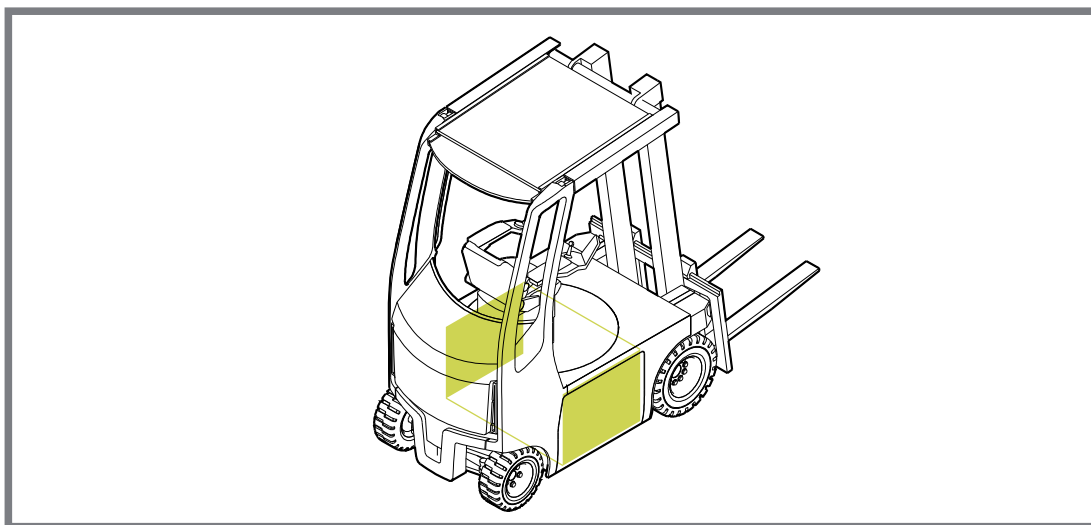
Ve fiktivní situaci přijíždí vozík k nákladu o neznámé hmotnosti. Přední kola jsou při zastavení automaticky blokována. Při nadzvednutí je strojem detekováno břemeno o vyšší hmotnosti, nepřesahující však limitní hodnotu. Automaticky dochází k úpravě rozvoru odpovídající hmotnosti břemene. Úprava je díky zvolenému hydraulickému pohonu v krátkosti provedena posunem vzad v podstatě celého vozíku kromě přední nápravy a stožáru, které spolu s břemenem nejsou v pohybu. Celý systém (i jeho reverzní fáze) může fungovat i poloautomaticky, nebo manuálně, v závislosti na konkrétních preferencích.

6.2 Akumulátor

6.2

Akumulátor je přístupný z pravého boku vozíku. Je umístěn tak, aby jej bylo možné vyjmout i za použití nízkozdvižného vozíku, což je levné a bezpečné řešení. Pokud není možné akumulátor měnit jiným vysokozdvizným vozíkem, postačí nízkozdvižný vozík za zlomek pořizovacích nákladů. S akumulátorem není manipulováno ve výšce,

takže případný pád neohrozí ani personál, ani akumulátor. Kryt prostoru pro akumulátor je míněn jako plechový. Akumulátor zabírá objem přibližně 430 dm³.



Obr. 6-4 Umístění akumulátoru

Podle požadavků na kapacitu akumulátoru a jeho energetické hustoty mohou být jeho rozměry dále redukovány, a to především v předozadním směru, rozvor vozíku může být v další generaci snadno zmenšen.



Obr. 6-5 Odklopený kryt akumulátoru a kapotáže

6.3 Střecha

Pro poskytnutí maximální možné ochrany řidiče v celém spektru natočení sedadla je střecha navržena v plné šířce vozidla.

Bezpečnostní skla

Střešní mřížka je nahrazena dvojicí vysokopevnostních skel, z nichž jedno je včetně vodících lišt připevněno k zadním sloupkům střechy a druhé ke stožáru. Toto řešení

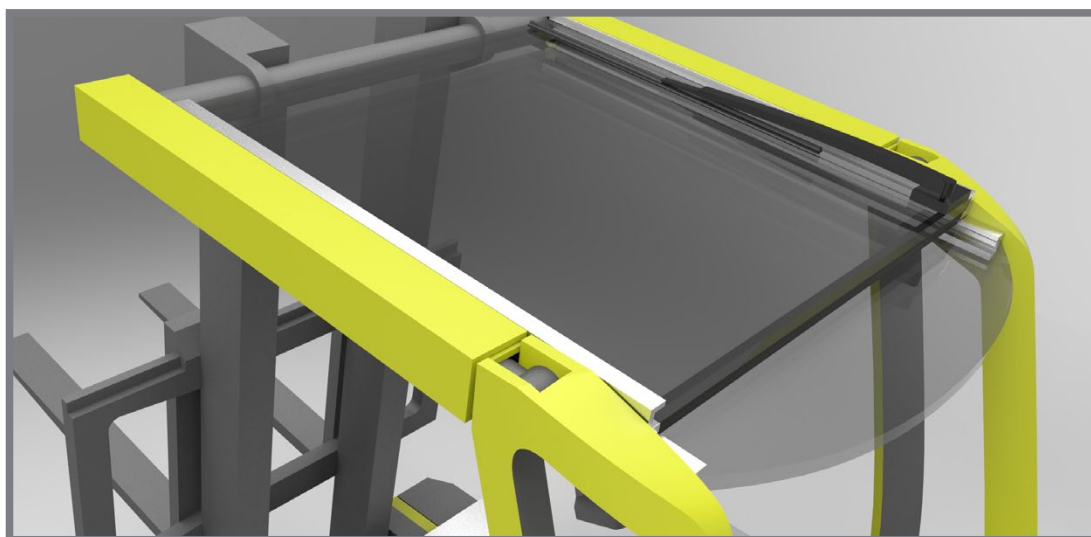
poskytuje lepší výhled a zabezpečuje, že ani předměty menších rozměrů nepropadnou mřížovím a neohrozí řidiče, a díky upevnění jednoho ze skel ke stožáru eliminuje nebezpečí propadnutí předmětů mezi stožárem a střechou, jak k tomu může dojít u konvenčních řešení. Při téměř vodorovném umístění jsou skla náchylnější k ulpívání nečistot. Zajištění čistoty je u spodního z nich vyřešeno pryžovou stěrkou umístěnou na hraně svrchního, o jehož čistotu se stará stěrač.

Teleskopické profily

Teleskopické profily po stranách střechy obsahují lineární hydromotory a zároveň zajišťují upevnění bezpečnostních skel. Jedna dvojice je spolu se sklem přes rotační vazbu hydromotoru připevněna k zadním sloupkům střechy a druhá ke stožáru.

Umístění lineárních hydromotorů na střechu

Umístění lineárních hydromotorů pro náklon stožáru a změny velikosti délky rozvoru na střechu umožňuje použití subtilnějšího stožáru. Současně mohou být použity i písty o nižší pevnosti, protože jsou umístěny ve vhodné poloze a při malé síle umožňují vyvinout velký krouticí moment pro náklon stožáru.



Obr. 6-6 Střecha

Absence předních vzpěr střechy

S umístěním lineárních hydromotorů vozíku na střechu souvisí i změna přístupu k provedení střechy samotné, která je navázána již na stožár. Funkce předních vzpěr tak přebírá stožár a dochází ke zlepšení výhledu z vozíku. U některých řešení slouží přední vzpěry jako madla pro usnadnění nástupu do vozidla, což v tomto případě odpadá.

6.4 Uzavřená kabina

Vysokozdvížené vozíky této váhové kategorie jsou obecně nabízeny v základní variantě bez zakryté kabiny řidiče, s uzavřeným pracovištěm v rámci nadstandardní nabídky.

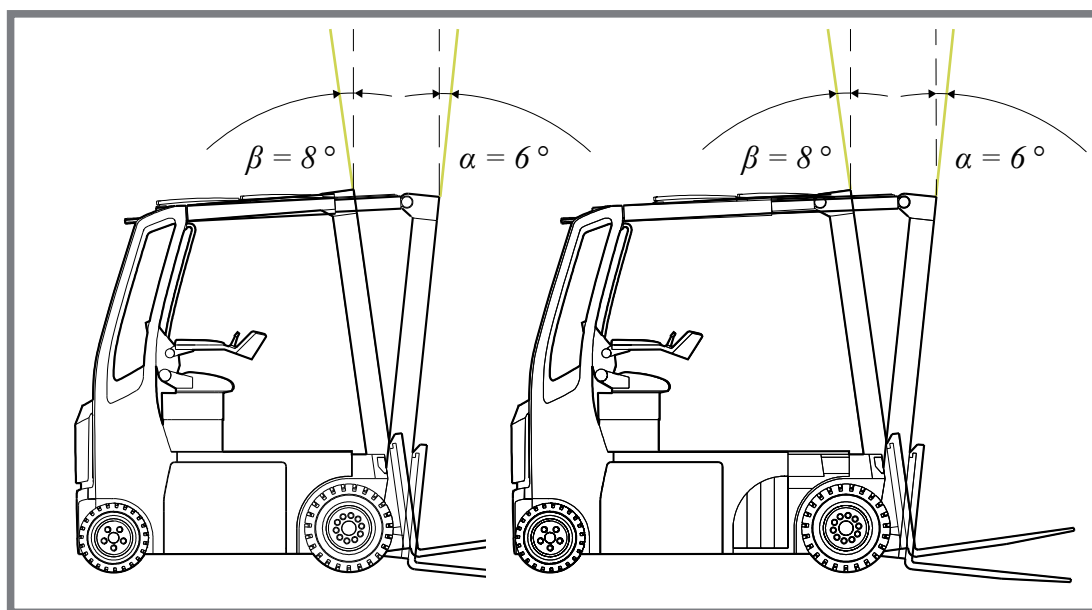
Pokud nejsou vozíky provozovány v prostředí, kde by byl řidič v nadměrné míře vystaven povětrnostním vlivům, je patrně z důvodů nižších nákladů a lepšího výhledu preferováno nezakryté řešení.

Zástavbami se zabývají i jiní producenti než přímo výrobci vysokozdvizných vozíků. Podle přání zákazníka se jedná o kovové rámy vyplněné plexisklem, nebo kombinací s igelitovými materiály jako nízkonákladové řešení. Výjimky z tohoto pravidla samozřejmě existují, např. vozík Jungheinrich EFG D30 (viz str. 40) pravděpodobně kvůli specifičnosti otočné kabiny vyžaduje zasklení zakřivenými skly a v propagačních materiálech se vyskytuje prakticky jen v zasklené variantě. Uzavřená kabina nejenže chrání řidiče před povětrnostními podmínkami, ale lze ji samozřejmě, zvláště na chladnějších pracovištích, i klimatizovat.

Navržený vozík může být snadno doplněn o zasklenou kabinu. Vyřešit tuto otázku lze poměrně přirozeně, a proto nebyla v rámci návrhu podrobněji zpracována. Přední a boční panely mohou být nezakřivené plochy plexiskla s dveřmi na levé straně, jediné zakřivené sklo by bylo nutné umístit v zadní části a spoj se střechou ve všech případech doplnit pružným členem umožňujícím požadovaný pohyb teleskopických vzpěr s lineárními hydromotory. Je nutné zachování dobře průhledných materiálů ve všech částech, protože díky otočnému pracovišti řidiče nelze žádný ze směrů výhledu označit za méně podstatný.

6.5 Stožár

U finální varianty je použito zavedené provedení stožáru, díky umístění systému pro náklon stožáru na střechu se řadí do kategorie subtilnějších. Vozík je navržen tak, aby pozitivní i negativní náklon stožáru odpovídal běžnému standardu: $\alpha = 6^\circ$ (vpřed), $\beta = 8^\circ$ (vzad), a to ve všech fázích posuvu náprav. Výrobci nabízí stožáry jako položku s volitelnými parametry a zákazník má možnost si vybrat, zda půjde o prove-



Obr. 6-7 Možnosti náklonu stožáru

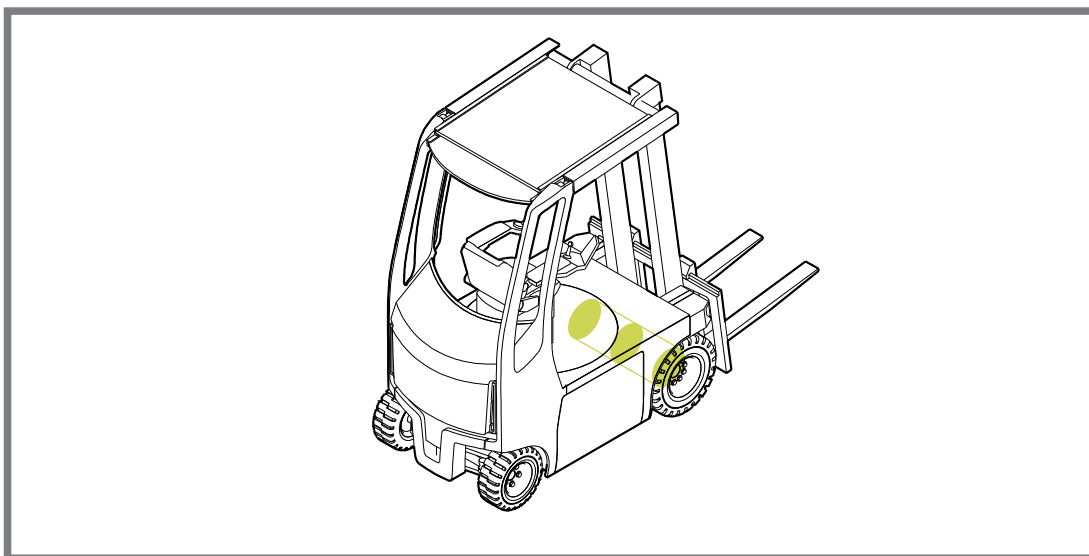
dení standard, duplex, triplex, atd., může si vybírat z několika výškových variant, vše v závislosti na konkrétním výrobcí a konkrétním modelu. V produktových katalozích vysokozdvížných vozíků bývají stožáry spolu s hodnotami výšky zdvihu atd. uvedeny v samostatné tabulce. U finální varianty nic nebrání zachování tohoto osvědčeného přístupu.

Hydraulické hadice zajišťující chod lineárních hydromotorů umístěných na střeše je výhodné vést po stožáru, ne po zadních vzpěrách střechy, kde by narušovaly čistotu tvarového provedení.

6.6 Pohon

6.6

Z důvodů zajištění dostatečné trakce je u vysokozdvížných vozíků poháněna přední náprava. U finální varianty je v prostoru přední nápravy dostatek místa pro standardní řešení pohonu. V závislosti na konkrétním výrobcí a modelu vozíku výkon pojezdových motorů překračuje hodnotu 15 kW. Umístění dvou asynchronních elektromotorů umožňuje (na rozdíl od jednoho elektromotoru s diferenciálem) zlepšit chování vozíku při zatáčení s malým poloměrem. Pokud úhel zadních kol překročí stanovenou hranici, hnací elektromotor na vnitřní straně sepne zpětný chod. Střed poloměru otáčení se pak přesouvá do blízkosti středu přední nápravy. Zadní kola díky tomu nejsou smýkána, čímž se zvyšuje jejich životnost.



Obr. 6-8 Schematické umístění dvou asynchronních motorů pohánějících přední kola

6.6.1 Zadní náprava

6.6.1

V oblasti vysokozdvížných vozíků existují v zásadě dva typy zadních náprav. Liší se umístěním os natáčení. V jednom případě jsou umístěny ve výšce náboje kola, toto řešení je standardním. V druhém případě jsou umístěny osy nad koly, pomyslné prodloužení os prochází středy kol. Jde o patentovanou kombi řídicí nápravu fy Linde, která snižuje bod náklonu v zatáčkách ve srovnání s běžnými výkyvnými nápravami, a při natáčení kol zastaveného vozidla nedochází k tak výraznému smýkání kol. Vyžaduje však dostatek místa nad koly místo mezi nimi. Finální variantu, na rozdíl od první varianty aj., lze díky dostatku prostoru vybavit oběma typy.

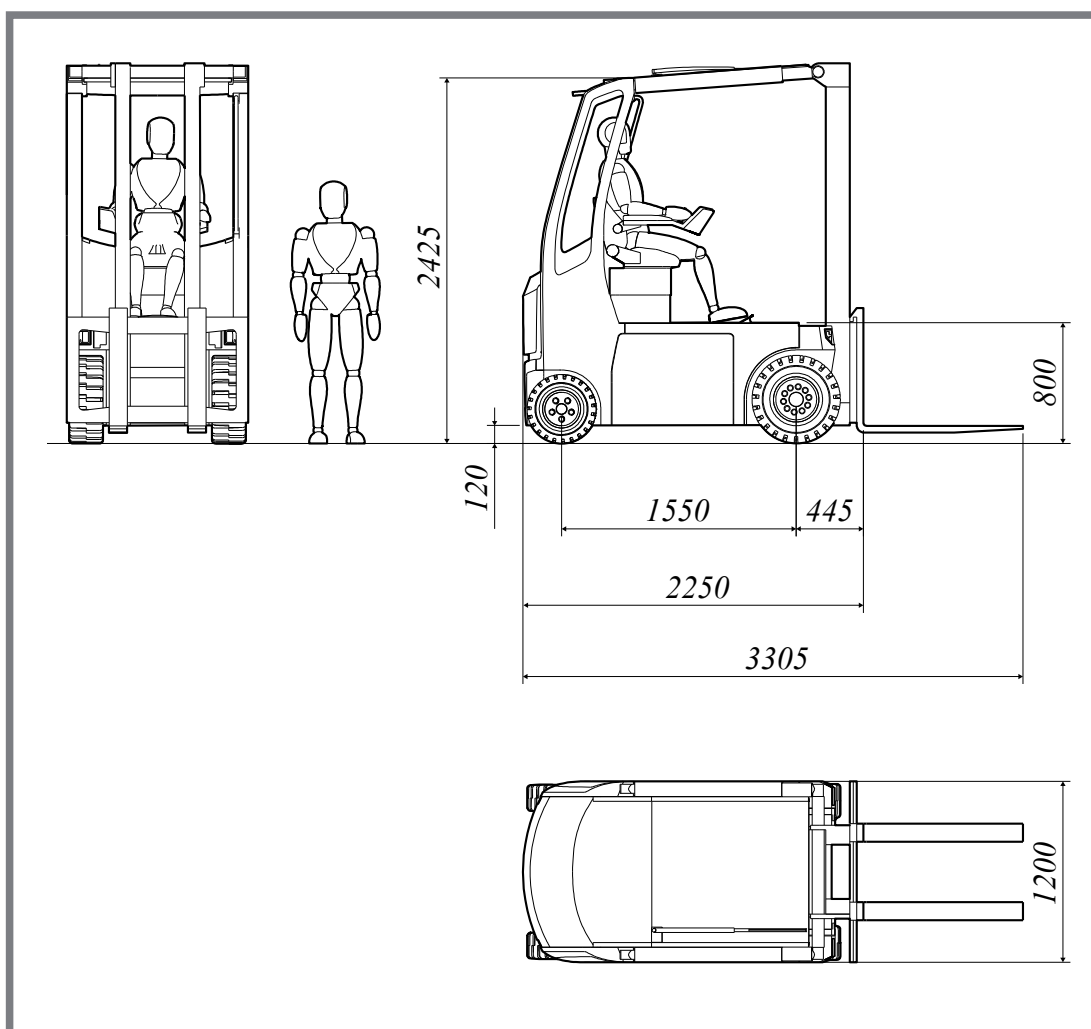
6.6.2 Kola

Vozík je navržen se sadou standardních kol, běžně používaných v této hmotnostní kategorii. V rámci jednotlivých výrobců dochází u rozměrů zadních kol k částečnému rozrůznění, naopak přední kola o rozměru $23 \times 9-10$ jsou v této hmotnostní kategorii spojujícím prvkem napříč výrobci.

Vzorek je jednoduchou variací na zavedená řešení, hloubka vzorku odpovídá požadkům na univerzálnost použití těchto strojů. Nebylo úmyslem odvádět pozornost na samoúčelné extravagantní provedení, nepodložené znalostmi v této oblasti.

6.6.3 Ráfky

Na tyto součásti jsou kladeny především funkční nároky, a proto jsou prosty tvarových experimentů. Poměr ceny a kvality je předurčuje k výrobě z ocelového plechu, tvarování odpovídá zatížení, kterému jsou vystaveny, a zároveň umožňuje snadnou údržbu.



Obr. 6-9 Základní rozměry

Označení	Pohon		Akumulátor
	Ovládání		Sedadlo
	Nosnost	Q (t)	3
	Vzdálenost břemene	x (mm)	445
Kola, podvozek	Rozvor kol	y (mm)	1550–1950
	Obutí		SE
	Velikost pneumatik, vpředu		23 × 9-10
	Velikost pneumatik, vzadu		18 × 7-8
	Kola, počet vpředu (x = poháněná)		2x
	Kola, počet vzadu (x = poháněná)		2
	Rozchod kol, vpředu	b_{10} (mm)	942
	Rozchod kol, vzadu	b_{11} (mm)	970
Základní rozměry	Naklonění zvedacího zařízení, dopředu	α (°)	6
	Naklonění zvedacího zařízení, dozadu	β (°)	8
	Výška sedadla	h_7 (mm)	1200–1360
	Výška spojky tažného zařízení	h_{10} (mm)	275
	Délka po čelo vidlí	l_2 (mm)	2250–2650
	Celková šířka	b_1 (mm)	1200
	Výška nad ochrannou stříškou (kabinou)	h_6 (mm)	2425
	Světlná výška	m (mm)	120

Obr. 6-10 Technická data – typový list odvozený od směrnice VDI 2198.

7 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

7.1 Proporce

Vozík pozorovatele ve všech směrech převyšuje. Šířka vozíku je $b_1 = 1200$ mm, což odpovídá delšímu rozměru europalety, která je v tomto směru měřítkem návrhu vozíku. Snížení délky je jedním z klíčů tohoto návrhu a podrobněji je toto popsáno v kapitole Konstrukčně-technologické řešení ($l_1 = 2250\text{--}2650$ mm). Výška vozíku odpovídá konceptu umístění akumulátoru pod řidiče, což znamená, že se nejedná o vozík zaměřený na nízké průjezdní profily a kontejnery, na druhou stranu nejde o nestandardně vysoký vozík ($h_6 = 2425$ mm). Pro rekapitulaci: jedná se o koncepci vozíku s protiváhou na trhu nejžádanější kategorie nosnosti 2–3,5 t. Hmotnost vysokozdvizných vozíků této kategorie s akumulátorem se pohybuje kolem hodnoty 5 t.



Obr. 7-1 Vizualizace finální varianty

7.2 Pojetí

Vnímání a hodnocení dojmu, kterým vozík na své okolí působí, je značně subjektivní, a proto bych raději zachoval střídme projetí, které se soustředí jen na provedení funkčních prvků a nesnaží se plochy rozbíjet, odlehčit nebo potlačit. Chci, aby byl návrh upřímný, aby velikosti a proporce jednotlivých prvků odpovídaly jejich určení a nic neskrývaly nebo naopak nepředstíraly. Charakteristická je absence „ztracených“ hran a křivek. Vozík je tvarován racionálně s ohledem na funkci a použitý materiál.

Množství tvarů vychází přímo z funkcí vozíku. Je to například provedení průhledu mezi zadními sloupky střechy; zadní část vozíku je v pohledu shora křivka blízka kružnici, protože rádius otáčení vozíku je velmi malý a je vhodné využít potenciálu výborné manévrovatelnosti, ale zároveň zachovat co nejvíce prostoru pro protizávaží. Klesající kapotáž v zadní části vychází z požadavku na optimální poměr mezi výhledem řidiče na hranu vozíku pro zatáčení v omezených prostorech a vůbec celkový výhled a množství zastavěného prostoru. Pro poskytnutí maximální možné ochrany řidiče v celém spektru natočení sedadla je střecha nevržena v plné šířce vozidla.

Vozík je pojat jako celek. Jednotlivé jeho části jsou polyfunkční. Konkrétně nejvýraznější prvek, kterým jsou zadní sloupky střechy, slouží jako součást ochrany řidiče,

jak před povětrnostními vlivy, tak před padajícími předměty, ale také jako součást systému pro náklon stožáru, a dokonce posuv přední nápravy. Vzhledem k masivnímu provedení této části jí lze přiřknout i funkce ochrany citlivější kapotáže z plechu o menší tloušťce.



Obr. 7-2 Vizualizace finální varianty, základní pohledy

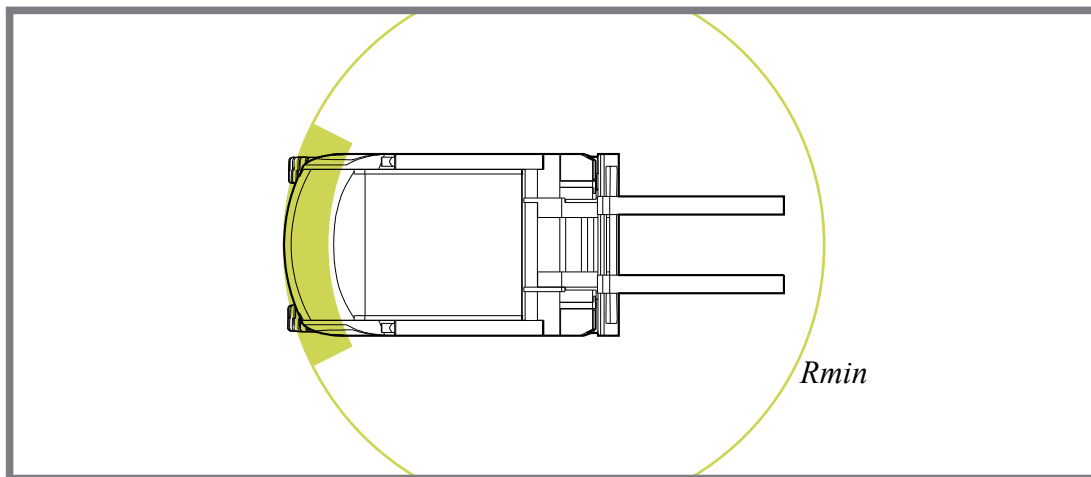
Vysokozdvížený vozík není dopravní prostředek, který by se vyznačoval výraznou dynamikou jízdy. Nemá být určen k závodění na pracovišti. Spíše než silné emoce u obou polů pohlaví se snaží poskytnout důstojné pracoviště s neutrálním výrazem.

Tak jako u architektury, ale i produktů menších rozměrů, lze určité nadčasovosti dosáhnout absencí aktuálních módních trendů v oblasti tvarování hmot nebo vedení křivek, jakousi rezignací na nekonečnou snahu o vystižení aktuálního většinového vkusu. Což neznamená rezignaci na estetické kvality, spíše přesun jejich těžiště do sepětí formy s funkcí. Výrobek je tak často mezi svými „vrstevníky“ poněkud bezpohlavní, ona odtažitost je ale tím, co mu může zaručit punc produktu vzniklého mimo čas – výrobek je v každé době stejně neaktuální a jeho stáří prozradí jen použité technologie. Pokud je produkt navrhován pro delší časový horizont, je to způsob, jak se vyhnout pozdějšímu nařčení ze zaostalosti designu, retro dojmu. Výrobek je v určitém smyslu stvořen již okoukaný. Na jednu stranu může nástroj vyvolávající vášně přispět k jeho identifikaci s uživatelem, na druhou stranu se tento efekt může stát tím, s čím se v budoucnu uživatel nebude schopen ztotožnit a vyvolá u něj úsměv nad něčím překonaným. U výrobků s dlouhou životností, čímž by vysokozdvížený vozík měl být, je nutné zohlednit vzdálenější časový horizont, více budoucích uživatelů a preferovat taková řešení, která zajistí, aby byl výrobek používán tak dlouho, jak to jen bude finančně a energeticky efektivní.

7.3 Kapotáž

Pechová kapotáž v zadní části vozíku slouží k přístupu k mechanismům uvnitř stroje. V půdorysu její zakřivení přibližně odpovídá minimálnímu poloměru zatáčení vozíku

pro bezpečnější zatáčení. Při pohledu z boku je prakticky svislá ze stejných důvodů, tedy aby měl řidič co nejlepší představu o vzdálenosti mezi strojem a překážkou přímo ze svého místa. Její základní tvarové provedení tak vychází z požadavků na kompaktní provedení, které umožní pohodlné zatáčení. Zkosení v horní části opticky navazuje na plochu průhledů střešních vzpěr a sceluje tak zadní část vozíku.



Obr. 7-3 Vztah minimálního poloměru zatáčení a tvaru zadní části vozíku

7.4 Zadní vzpěry střechy

Příčný průřez zadních vzpěr střechy se s výškou zmenšuje, což přibližně odpovídá průběhu zatížení na ohyb v tomto místě a také jsou vzpěry opticky odlehčeny. Plynulé přechody a zaoblení vycházejí vstříc požadavkům tvarování hmot pro zachování odpovídajících pevnostních charakteristik bez vzniku citlivých míst s koncentrací napětí. Tvarování průhledů podléhající požadavkům na výhled z vozidla je podrobně popsáno a schematicky nakresleno v kapitole Ergonomické řešení (str. 51).

7.5 Světlomety

7.5.1 Přední světlomety

Přední svítidla jsou umístěna na modulu spojeném s přední nápravou a pohybují se spolu s ním, což zaručuje konstantní osvětlení i při změně délky rozvoru. Pro zajištění dostatečné ochrany jsou umístěny v pouzdře. Plocha skla přechází i do zkosení po stranách pro umístění směrových světel tak, aby byla viditelná i při pohledu z boku. Dopředná světla jsou umístěna tak, aby svítla i skrze čelo vidlí a operátor tak bezpečně umístil vidlice do palety.

7.5.2 Zadní světlomety

Zadní svítidla jsou vertikálního charakteru, aby odpovídala provedení vozíku: hmota je kvůli snaze o zachování šířky průjezdního profilu odpovídajícího delšímu rozměru europalety a délky vhodné pro manévrovatelnost na omezeném prostoru vyzvednuta do výšky. Vysokozdvížené vozíky se nepohybují ve velkých rychlostech, a proto je u nich upřednostněna manévrovatelnost před stabilitou projíždění zatáček. Čtyřkolové vozíky jsou v tomto směru ve výhodě před tříkolovými. Hmota je zvláště v oblasti

zadních vzpěr střechy vystavěna do výšky, z masivní základny se zde vypínají štíhlé a elegantní vzpěry.



Obr. 7-4 Přední světlomet

Vysokozdvížné vozíky jsou v zadní části často vystaveny kolizím, a proto jsou svítidla zapuštěná, chráněná z vnější strany tuhými vzpěrami střechy. Použití LED vychází vstříc takovýmto šterbinovým světlometům. LED světla jsou prostorově nenáročná a v světlometech umožní zahrnout i dostatečně výkonné diody produkující bílé světlo pro jízdu vzad.



Obr. 7-5 Zadní světlomety

8 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

Většina dílů vysokozdvížného vozíku je vyrobena z kovu a je nutné je před korozí chránit nátěrem, správná volba barevného provedení může nátěru přidat další neméně hodnotné funkce.

8.1 Firemní příslušnost

V oboru vysokozdvížných vozíků je barva základním faktorem určujícím příslušnost ke značce, na rozdíl od například automobilového průmyslu, ve kterém je každý automobil nabízen v širokém spektru barev. Každý z předních výrobců manipulační techniky má svůj zavedený odstín, který je pro něj charakteristický a unikátní.

8.1.1 Primární barva

Většinou se jedná z bezpečnostních důvodů o jasné, kontrastní barvy (Toyota – oranžová, Linde – červená, ...), ale nemusí jít vždy o teplé barvy (Clark – zelená, Mitsubishi – zelenomodrá). Výjimkou jsou vozíky provedené v barvách na přání zákazníka tak, aby zapadaly do jeho konkrétního barevného schématu. Barevnost navrženého vozíku tak bude vycházet ze zavedené logiky barevnosti vysokozdvížných vozíků. Návrh není cílen do portfolio některé ze značek, a proto na něm nebude použita barva asociující korporátní příslušnost, ale z bezpečnostních důvodů půjde o výraznou barvu. Pojmy jako moderní barva jsou velmi relativní a často jen sezónní záležitostí.



Obr. 8-1 Vysokozdvížný vozík ve svém přirozeném prostředí

Bezpečnost

Vysokozdvížné vozíky se nepohybují v koridorech tak striktně oddělených od pěších, jako je tomu v případě automobilové dopravy, a proto musí být barva vozíku výrazná, musí kontrastovat s pozadím, a tyto nároky by měla kvůli provozu ve skladech splňovat i v prostorech s nižší úrovní intenzity a jiného zabarvení osvětlení.

8.1.2 Sekundární barva

8.1.2

Hlavní barva je obvykle doplněna o sekundární barvu, kterou bývá odstín šedé až po černou. Tento návrh se tohoto jednoduchého schématu pro jeho nekonfliktní eleganci nezávislou tak silně na subjektivním vnímání kombinací barev přidržel. Tato barva je použita i na modul přední nápravy i přesto, že se jedná o součást karoserie, v tomto případě jde o zdůraznění autonomie této části vůči hlavnímu objemu. Mechanismy jsou mazány větším množstvím maziva a je vhodné okolní plochy opatřit nátěrem barvou, která skryje znečištění tímto mazivem.

8.2 Charakter barev

8.2

Obě barvy jsou navrženy jako matné ze dvou hlavních důvodů. Zprvč by měla matná barva předcházet odleskům, které mohou řidiči snížit výhled, v extrémně nepříznivé situaci ho až oslnit. Zadruhé by na matné barvě nemělo být tak snadno patrné poškození. Vozíky jsou vystaveny náročnému zacházení a je nutné je podle toho i navrhovat, je nesmyslné, aby při koupi doslova oslňovaly a dříve než je nutné působily poškrábaným dojmem. Lesklá barva by v tomto případě byla jen zdáním nepatřičného a pomíjivého luxusu.

Personál s vozíkem nakládá podle toho, jakou hodnotu v něm spatřuje. Pokud je vozík od pohledu opotřebovaný, rozhodně s ním nebude nakládáno s náležitým respektem a rychlost jeho opotřebení bude narůstat i přesto, že jde jen o povrchové poškození, které neodpovídá skutečné kondici stroje.



Obr. 8-2 Vícebarevné řešení

8.2.1 Drsnost povrchu

8.2.1

Pokud by se nabízela možnost použití pro životní prostředí méně zatěžujících barev a postupů jejich aplikace, případná drsnost až „krupičkování“ nekolidují s pojetím tohoto návrhu.

8.3 Bílé nešpinící pneumatiky

V halách nebo jinde, kde jsou zvýšené požadavky na čistotu, se uplatňují bílé nešpinící pneumatiky. Barevné provedení vozíku do takového to prostředí může na změnu barvy reagovat.



Obr. 8-3 Barevné řešení reflektující použití bílých pneumatik

8.4 Barevnost plastů

Barva plastových dílů by měla odpovídat barvě plastu, ze kterého jsou vyrobeny. Není trapnějších provedení, než když se používáním opotřebovává barevný nástrik plastů a pod ním se objevuje skutečná barva. Zvláště k tomu dochází na hranách a místech více vystavených oděru nebo kontaktu třeba jen s lidskou rukou. Plast na rozdíl od kovových dílů není nutné chránit nátěrem, ten tu mívá pouze estetickou funkci, jejíž kvality jsou jen do času. Pokud není možné plast požadovaných vlastností vyrobit v kýžené barvě, pak ať je raději zachována originální, i když odlišná barva. Toto je pojetí, které odpovídá upřímnému pojetí zbytku vozíku. Výjimku samozřejmě tvoří různá bezpečnostní zařízení, ale právě u nich by mělo být dbáno na jistotu předání správného sdělení bez ohledu na stáří nebo opotřebování.

9 ROZBOR DALŠÍCH FUNKCÍ DESIGNÉRSKÉHO NÁVRHU

9

9.1 Psychologická funkce

9.1

9.1.1 Oslovení kupujícího

9.1.1

Návrh vozíku je pojat tak, aby kupujícího oslovil v první řadě na racionální úrovni svou přidanou hodnotou. Navržené řešení vozíku s konkurenční výhodou v podobě promyšlené ergonomie a funkce by mělo jeho výběr uzavřít ještě dříve než dojde na iracionální rozhodování na úrovni líbivého tvaru. I v této fázi volby by však vozík díky jednoduché eleganci neměl ztrácet, ale naopak potvrdit svou pozici.

9.1.2 Smyslové vnímání

9.1.2

Na většinu lidí, kteří přijdou s vozíkem do styku, bude vozík působit především v rovině zrakového vnímání. Na rozdíl od vozíku se spalovacím motorem nepřináší ten na elektrický pohon tak výrazné zvukové, nebo dokonce čichové počítky, což se na první pohled jeví jako výhoda, ale v automobilovém provozu se ukazuje, že elektromobily, které žádný hluk nevydávají jsou pro chodce nebezpečnější, protože na sebe neupozorňují na jiné než vizuální úrovni. Provoz vysokozdvížného vozíku není ve většině provozů tak jasně oddělen jako v případě chodců a automobilů, a proto toto riziko dále vzrůstá. Řešením může být použití reproduktorů, které napodobují zvuk spalovacího motoru.

Zrakové vnímání

V horizontu zrakového vnímání bude vozík na pozorovatele působit svými tvary a barvami. V obou případech jde o subjektivní dojmy, často jen na úrovni hodnocení líbí/nelíbí, odvíjející se především od osobní zkušenosti a historického kontextu pozorovatele, který při formulování názoru promítá do předmětu sám sebe.

Tvrdit, že odstín barvy je více či méně proaktivní, přispívající k chuti do práce atd., je dle mého názoru značně spekulativní a přidržel bych se pouze toho, že bezpečnost provozu z hlediska výrazné, kontrastní barvy byla dodržena.

Hmatové vnímání

Pouze řidič ho bude hodnotit i podle hmatových vjemů, a to především kvality sezení a dotyku materiálů ovládacích prvků.

9.2 Ekonomická funkce

9.2

Tvarování odpovídá použitým materiálům a jejich přirozenému zpracování, čímž je zároveň dosaženo uspokojivé finanční náročnosti. Plasty nejsou opatřeny povrchovou úpravou v podobě barvy,

9.2.1 Cílová skupina

Vozík získává přidanou hodnotu v podobě posuvu nápravy za použití technologií ve vozíku již obsažených a jeho cena tímto razantně nenarůstá. Díky adaptibilitě zajištěné systémem posuvu přední nápravy splní výrobek nároky širší cílové skupiny co do spektra tonáže.

Nižší tonáž

Pro některé uživatele může být krátkým vozíkem o odpovídající nižší tonáži, jehož hmotnost a s tím související spotřeba je kvůli systému posuvu náprav vyšší, pokud ale příležitostně potřebují vozík o vyšší tonáži, je tento pro ně výhodnější.

Vyšší tonáž

A naopak uživatelé, kteří vyžadují přepravu břemen o hmotnosti blízké se limitu nosnosti, ocení možnost zmenšení rozvoru, který poskytne lepší možnosti manévrovatelnosti při minimálně každé druhé jízdě, jak je rozebráno v kapitole Konstruktivně-technologické řešení (str. 57). Těžšímu nákladu také zpravidla odpovídá i jeho větší objem, který nutí obsluhu couvat, a tak tito uživatelé ocení v druhé řadě i možnost otočení sedadla řidiče.

9.2.2 Údržba

Čistota tvarů zajišťuje snadnou údržbu a popřípadě renovaci povrchové úpravy vozíku, která bývá provozem, zvláště v zadních partiích, narušena.

9.3 Sociální funkce

9.3.1 Zájmy společnosti

Řízení vysokozdvizného vozíku může být v některých případech zdraví zatěžující zaměstnání, ohrožena je především muskulo-skeletální soustava. Na vině jsou hlavně otřesy přenášené do celého těla řidiče, nepřírozené polohy a rotace trupu řidiče při couvání a zvláště kombinace těchto zátěží. Zvláště vozíky vybavené superelastickými pneumatikami neposkytují potřebné odpružení. Zdravotní problémy muskulo-skeletálního charakteru jsou v Německu nejčastějším důvodem pracovních absencí.[40] Nemělo by se zapomínat ani na škodlivé látky produkované spalovacími motory, ať jde o jedovaté plyny nebo pevné částice v podobě popílku. Ve smyslu ergonomie ovládání mají současné vozíky značné rezervy. Návrh tohoto vysokozdvizného vozíku se snaží tyto negativní dopady eliminovat a odstranit tak nejen zdravotní problémy zaměstnanců, ale i časové a finanční ztráty způsobené jejich rekonvalescencí.

Psychická pohoda

Zdravotní problémy ovlivňují člověka i na jiných úrovních než jen té fyzické. Pro některé jedince je těžké zůstat v psychické pohodě pokud se necítí zdraví. Toto se své napětí pak samozřejmě dále přenáší do společnosti, ať už se v malém měřítku jedná

o rodinu, ve které může být postrádána i jejich zdravotní kondice, zvláště při péči o děti nebo naopak starší členy, nebo ve velkém o všechny jedince, s nimiž probíhá interakce. Často jsou řešeny pouze následky těchto problémů, ale pokud je to možné je naší povinností vyhnout se problému již v zárodku.

Finanční ztráty

Jednorázová investice do kvalitního vysokozdvizného vozíku, který je navržen tak, aby se předcházelo zdraví zatěžujícím vlivům, se může na první pohled zdát vysoká, v delším časovém horizontu je ale opodstatněná a obhájitelná, a to i z hlediska ekonomického. Ekonomická výhoda se projevuje jak na lokální úrovni podniku, tak na globální úrovni celé společnosti. Zaměstnavatel nemusí řešit absence zaměstnanců a s tím související finanční ztráty vzniklé odstranitelnými příčinami, společnost nemusí v tomto směru dotovat systém zdravotní péče.

9.3.2 Ekologie

9.3.2

Produkcí kvalitních výrobků je možné zvýšit jejich životnost a omezit tak produkci. Návrh designu vozíku by tomuto požadavku měl odpovídat a být do určité míry neutrální, zbaven aktuálních módních trendů, měla by být zachována podstata, která vozíku umožní být důstojným pracovištěm i v dlouhodobějším horizontu, bez odkazů na konkrétní historickou epochu, ze které vozík pochází.

Rekuperace energie

Elektrické vysokozdvizné vozíky jsou vhodné pro implementaci zařízení umožňujících rekuperaci energie. Jak bylo podrobně rozebráno v kapitole Technická analýza (str. 31), je možné zajistit jak rekuperaci kinetické energie vozíku při brzdění, tak pomocí digitální hydrauliky i potenciální energie zdvihacího zařízení a břemene při spouštění.

Možnosti pozdějšího zdokonalení

Díky vyměnitelnému akumulátoru, který má nižší životnost než vozík samotný, je možné plynule přecházet na novější typy zásobníků energie a zvyšovat účinnost stroje bez zásadních zásahů do jeho konstrukce.

Recyklace

Stroj je navržen především z kovových materiálů, které jsou vhodné pro recyklaci. Na druhou stranu s sebou zvolený elektrický pohon přináší problém recyklace nebo renovace akumulátoru. Návrh v tomto směru počítá s nadějnými vyhlídkami na značný progres v této oblasti, který je v posledních letech neustále urychlován.

9.3.3 Etika

Původnost návrhu

Jedná se o původní návrh, který není cílen do portfolio žádné ze značek, a proto je naprosto nezávislý, možná podobnost by byla čistě náhodná, způsobená sdílenou snahou o co nejjednodušší provedení nebo technickou nezbytností řešení problému. Vědomě jsem žádným návrhem neinspiroval více než na koncepční úrovni. Koncept vozíku se vzájemným pohybem náprav na úrovni prototypů existuje, během zpracování řešerše však nebyl zaznamenán jediný projekt, který by odděloval přední nápravu, kteréžto řešení považuje autor za nejefektivnější z pohledu vyrovnání momentu břemene.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout vysokozdvizný vozík na trhu nejpobulárnější kategorie nosnosti 2–3,5 t. Pro hlubší pochopení řešeného problému byly nejprve zpracovány vývojová, technická a designéská analýza jako soubor různých pohledů na danou tematiku. Na základě těchto analýz bylo vytvořeno několik koncepčních řešení, od zavedených až po experimentální. Finální varianta je uváženu kombinací dostupných technologií, která se snaží vyjádřit ke každému z vybraných hlavních problémů a vědomě neignorovat žádnou z problematik. Tvarování vychází z funkčních požadavků, které ale chápe pouze jako základ pro další vývoj k esteticky hodnotnému zpracování.

Mechanismus změny délky rozvoru přináší v závislosti na hmotnosti břemene navýšení schopností manévrovat v omezeném prostoru. Vozík se tak stává uživatelsky příjemnějším. Ve volbě oddělené nápravy je tento návrh ojedinělým.

Dalším přínosem navrženého vozíku je zlepšení řidičova výhledu. Jedná se jak o umístění lineárních hydromotorů na střechu, což umožňuje použití subtilnějšího stožáru a eliminaci předních vzpěr střechy, tak o úpravu profilů zadních vzpěr střechy, které jsou navrženy tak, aby co nejméně omezovaly výhled řidiče vzad při zachování dostatečného nosného průřezu. Křivky průhledu stožárem přirozeně odpovídají přímkám definujícím kruhové výseče řidičova výhledu.

Návrh díky otočnému pracovišti řidiče přináší možnou odpověď na to, jak snížit zdravotní zátěž, které je řidič vysokozdvizného vozíku vystaven. Zvláště se jedná o situace, ve kterých je řidič nucen couvat na delší vzdálenosti, typicky k nim dochází při přepravě objemných břemen omezujících bezpečný výhled vpřed.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] LeBLANC, Rick. History of the Fork Truck. In: *Packaging Revolution: The Reusable Revolution* [online]. October 17, 2011 [cit. 2012-10-02]. Dostupné z: <<http://packagingrevolution.net/history-of-the-fork-truck/>>
- [2] LOOMIS, Russel. *IMPROVED FIBE-ESCAPE LADDER* [patent]. USA. 52/109, 63735. Issue date: April 9, 1867. Dostupné z: <<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect2=PTO1&Sect2=HITOFF&p=1&u=/netahtml/PTO/search-bool.html&r=1&f=G&l=50&d=PALL&RefSrch=yes&Query=PN/63735>>
- [3] Excalibur Miretti Group: Global Experts in Explosion Proof Solutions. Company Info: Company History. *Excalibur Miretti Group LLC* [online]. © 2011 [cit. 2012-10-08]. Dostupné z: <<http://www.exequipment.com/history.htm>>
- [4] LeBLANC, Rick. What Came First, The Pallet or the Forklift? In: *Packaging Revolution: The Reusable Revolution* [online]. October 17, 2011 [cit. 2012-10-02]. URL: <<http://packagingrevolution.net/pallet-or-forklift/>>
- [5] Forklift Trucks — The Backbone Of The Industry. *MHEDA Journal* [online]. [cit. 2012-10-17]. Dostupné z: <<http://www.themhedajournal.org/content/3q04/lifttrucks.php#top>>
- [6] History. *Clark Material Handling*. [online]. © 2012 [cit. 2012-10-08]. Dostupné z: <<http://www.clarktheforklift.com/history/history.asp>>
- [7] The Clark Trutractor (Photo taken in front of Clark Equipment general offices in Buchanan, Michigan, ca. 1920). *Flickr* [online]. © 2012 [cit. 2012-12-18]. Dostupné z: http://www.flickr.com/photos/joes_place/3009630979/
- [8] Clark 3-Ton Truclift, 1929-04-03: Advertising postcard for Clark Equipment with photo of Trutractor on front. *Willard Library Digital Collections: Repozitář DSpace/Manakin* [online]. [cit. 2012-12-18]. Dostupné z: <http://dspace.willard.lib.mi.us/xmlui/handle/123456789/8583>
- [9] Yale History: 1923. *Yale Materials Handling Corporation* [online]. January 3, 2012 [cit. 2012-10-17]. Dostupné z: http://www.yale.com/ygl_history.asp?language=ENGLISH
- [10] 50 years of trucks with Linde hydrostatics. *Linde Material Handling* [online]. © 2012 [cit. 2012-10-09]. Dostupné z: <<http://www.linde-mh.cz/ostatni/50-let-voziku-linde-s-hydrostatem~346/>>
- [11] History, 1970. STILL GMBH. *Still* [online]. © 2012 [cit. 2012-10-15]. Dostupné z: <http://www.still.co.uk/8650.0.0.html>
- [12] RX-70 Vysokozdvíhací vozík s hybridní technologií pohonu. STILL GMBH. *Still* [online]. © 2012 [cit. 2012-10-17]. Dostupné z: <<http://www.still.cz/17927.0.0.html>>
- [13] Ergonomics: Pure Motion. *Linde Material Handling* [online]. © 2012 [cit. 2012-12-19]. Dostupné z: http://www.linde-mh.com/en/main_page/puremotion/ergonomics/ergonomics_1.jsp
- [14] History: A Proud Heritage. *Hyster* [online]. 09/07/08 [cit. 2012-10-17]. Dostupné z: <http://www.hyster.com/Europe/en-GB/AboutHyster/History.htm>
- [15] Company Chronicle. Hubtex Maschinenbau GmbH & Co. KG. *Genkinger Hubtex* [online]. © 2009 [cit. 2012-10-15]. Dostupné z: <<http://www.hubtex.com/english/company/chronicle.html>>

- [16] Janitorial Supplies: Platform Trucks and Carts. *FoodserviceDirect.com* [online]. [cit. 2012-12-19]. Dostupné z: <http://www.foodservicedirect.com/product.cfm/p/107209/Wood-Deck-Steel-Frame-Dead-Skid.htm>
- [17] Standards and Specifications: Uniform Standard for Wood Pallets. *Pallet Central - National Wooden Pallet and Container Association: Pallets Move the World* [online]. © 2012 [cit. 2012-12-19]. Dostupné z: http://www.palletcentral.com/index.php?option=com_content&view=article&id=365&Itemid=205
- [18] FÜSSLER, Claudia. Alles paletti: Die Europalette ist seit 50 Jahren das Holzmaß aller Dinge. *Die Zeit* [online]. 5.5.2011, s. 2 [cit. 2012-10-17]. Dostupné z: <http://www.zeit.de/2011/19/Europalette>
- [19] BUCHHEISTER, Hendrik. Revolution auf 80 mal 120 Zentimetern. *Berliner Zeitung* [online]. 14.05.2011 [cit. 2012-10-17]. Dostupné z: <http://www.berliner-zeitung.de/archiv/die-euro-palette-ist-seit-50-jahren-pulsmesser-der-wirtschaft--ganze-branchen-orientieren-sich-an-ihr-revolution-auf-80-mal-120-zentimetern,10810590,10787038.html>
- [20] Frederik Hallbjörner, Claes Tyrén: Possible consequences of a new European container standard (EILU)
- [21] Teams Design. Still: RXX [online]. ©2012 [cit. 2012-10-09]. Dostupné z: <http://www.teamsdesign.com/com/index.php/brands/still-komatsu/still-komatsu-5.html>
- [22] Still. *Wikipedia* [online]. [cit. 2012-12-19]. Dostupné z: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Still>
- [23] Reddot. CF: Winner red dot award: design concept [online]. [cit. 2012-10-09]. Dostupné z: http://www.red-dot.sg/concept/portfolio/o_e/MB/R014.htm
- [24] Future Predictions: Concept Forklift. PARK, Chinwon. *Doosan Forklifts* [online]. January 13, 2012 [cit. 2012-10-17]. Dostupné z: <http://doosanflt.com/pw1/tag/concept-forklift/>
- [25] CEMPÍREK, Václav. Technologie ložných a skladových operací. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2000, 73 s. ISBN 80-719-4287-1.
- [26] SHIBUYA, Toshihide a Yoshihiro DOUGAN. Introduction of the "ARION Plus": Battery Powered, 4-Wheel Forklift Truck. *Komatsu Technical Report*. roč. 2002, č. 149.
- [27] RAHIM, N. A., H. W. PING, M. TADJUDDIN AND IEEE Design of an in-wheel axial flux brushless DC motor for electric vehicle. *Edition ed.*, 2006. 16-19 p. ISBN 978-1-4244-0426-1.
- [28] HÖLL, J. Vysokomomentové elektromotory pro pohony nezávislé trakce v oboru manipulační techniky. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 108 s. Vedoucí dizertační práce doc. Dr. Ing. Hana Kuchyňková.
- [29] MINAV, T., P. IMMONEN, L. LAURILA, V. VTOROV, et al. Electric energy recovery system for a hydraulic forklift - theoretical and experimental evaluation. *Iet Electric Power Applications*, Apr 2011, 5(4), 377-385.
- [30] WANG, J. Y., J. S. ZHAO, F. L. CHU AND Z. J. FENG Innovative design of the lifting mechanisms for forklift trucks. *Mechanism and Machine Theory*, Dec 2010, 45(12), 1892-1896.
- [31] LUKÁŠ, Tomáš, Bc. Návrh elektrického rekuperačního pohonu vysokozdvížného vozíku. 2009. Diplomová práce. Univerzita Pardubice

- Dopravní fakulta Jana Pernera. Vedoucí práce doc. Ing. Stanislav Gregora, Ph.D
- [32] Ioannis Hadjipaschalis, Andreas Poullikkas, Venizelos Efthimiou, Overview of current and future energy storage technologies for electric power applications, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 13, Issues 6–7, August–September 2009, Pages 1513-1522, ISSN 1364-0321, 10.1016/j.rser.2008.09.028.
- [33] JANA, Vaňková. Design vysokozdvížného vozíku. Brno, 2009. Diplomová práce. VUT Brno, FSI, ÚK, Průmyslový design ve strojírenství (N2379-00). Vedoucí práce doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, Ph.D
- [34] Princeton: *Delivery Systems* [online]. © 2013 [cit. 2013-01-21]. Dostupné z: <http://www.piggy-back.com/>
- [35] ROGERS, Lorie King. Top 20 lift truck suppliers, 2012: Continuing an upward climb, the worldwide industrial lift truck market is seeing orders and shipments on the rise again. *Modern Materials Handling* [online]. Peerless Media LLC, August 01, 2012 [cit. 2012-12-02]. Dostupné z: http://www.mmh.com/article/top_20_lift_truck_suppliers_2012
- [36] SIEVERDINGBECK, Detlef a Heike ODER. 30-years development partnership between Linde MH and Porsche Engineering: Design visualises the Linde brand identity. LINDE MATERIAL HANDLING COMPANY. *Linde Material Handling* [online]. Number 1/2012. Press release., 14 February 2012 [cit. 2012-12-02]. Dostupné z: <http://www.lindemh.com.sg/30-years-development-partnership-between-linde-mh-and-porsche-engineering/>
- [37] SIEVERDINGBECK, Detlef a Heike ODER. Linde MH exhibits the roadster version from its new electric forklift product line: A new feeling of visual freedom. *Linde Material Handling* [online]. 03-May-2011 [cit. 2012-12-04]. Dostupné z: http://www.linde-mh.com/en/main_page/news/pressreleases/pressreleases_1_1731.jsp
- [38] CGC60/70: Internal Combustion Cushion Tire Lift Truck. Clark Material Handling Company. *Clark* [online]. ©2008 [cit. 2012-12-04]. Dostupné z: <http://www.clarkmhc.com/trucks/cgc70.asp>
- [39] SIEVERDINGBECK, Detlef a Heike ODER. Linde Roadster proves a hit at Fraport Cargo. *Linde Material Handling* [online]. 26-Jul-2012 [cit. 2012-12-04]. Dostupné z: http://www.linde-mh.com/en/main_page/news/pressreleases/pressreleases_1_2432.jsp
- [40] The rotatable driver's workstation. *Linde Material Handling* [online]. © 2012 [cit. 2012-12-02]. Dostupné z: http://www.linde-mh.com/en/main_page/rotatable_driver_s_workstation_workstation_1/rotatable_driver_s_workstation.html
- [41] Crown Shares Innovative Approach to Forklift Design that Improves the Way People Work. *Crown Equipment Corporation*. [online]. Corporate News. 11.09.12 [cit. 2012-12-02]. Dostupné z: <http://news.crown.com/blog/2012/crown-shares-innovative-approach-to-forklift-design-that-improves-the-way-people-work/>
- [42] Driveability: Comfort and control. *Crown: C-5 Pneumatic*. *Crown Equipment Corporation* [online]. © 2002-2012 [cit. 2012-12-02]. Dostupné z: http://www.crown.com/usa/products/usa_ic_forklift/pneumatic/c5_forklift/Driveability.html

- [43] *Jungheinrich EFG D30: Four wheel electric forklift with rotating cab (3000 kg). Jungheinrich UK Ltd. Product sheet.* Dostupné z: http://www.gothi.bg/JUNGHEINRICH/JUNG%20PDF%202008/en_EFG_D30_5629__2__2007.pdf
- [44] *7-Series Large Capacity: Cushion Tire Boxcar Special Toyota Industrial Equipment.* [online]. ©2012 [cit. 2012-12-02]. Dostupné z: <http://www.toyotaforklift.com/product/InternalCombustionCushionTireLiftTrucks/7SeriesLargeCapacity.aspx>
- [45] Mitsubishi Forklift Trucks focuses on safer truck design. MATTHEWS, Nikki. *Solids & Bulk Handling Magazine. SHD logistics* [online]. January 16, 2012 [cit. 2012-12-02]. Dostupné z: <http://www.shdlogistics.com/news/view/visionary-thinking-from-mitsubishi-forklift-trucks>
- [46] FD40-55N Series: Diesel Counterbalance 4 Wheel Pneumatic Tyres 4 - 5.5 tonnes. *Mitsubishi Forklift Trucks* [online]. ©2012 [cit. 2012-12-25]. Dostupné z: http://www.mitforklift.com/index.php?MENU_ID=289&LANGUAGE=ENGLISH&PD=

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 1-1 Plošinový vozík (po roce 1906) [1]	17
Obr. 1-2 Zvedací zařízení z roku 1867 [2]	18
Obr. 1-3 Revolvator [3]	18
Obr. 1-4 Plně poháněný zdvižný vozík (1913) [1]	19
Obr. 1-5 Plně poháněný nízkozdvižný plošinový vozík (kolem roku 1915) [1]	19
Obr. 1-6 Baker Rauch & Lang (1915) [5]	20
Obr. 1-7 Vysokozdvižný vozík (kolem roku 1920) [1]	20
Obr. 1-8 Vysokozdvižný vozík s naklápěcím stožárem (kolem roku 1927) [1]	21
Obr. 1-9 Clark Tructractor (1917) [6]	21
Obr. 1-10 Clark Tructractor (1917) [7]	22
Obr. 1-11 Clark Truclift 3 t (1922) [8]	22
Obr. 1-12 Clark Truclift 5 t (1922) [6]	23
Obr. 1-13 Yale Model K (1926) [9]	23
Obr. 1-14 Clark Duat (1923) [6]	24
Obr. 1-15 Clark Tructier (1928) [6]	24
Obr. 1-16 Clark (1948) [6]	25
Obr. 1-17 Hubtrac H3K nalevo(1960), 39x-serie Linde H25 napravo (2011) [10]	25
Obr. 1-18 Clark (1991) [6]	26
Obr. 1-19 Still RX 70 Hybrid (2012) [12]	26
Obr. 1-20 Hyster Monotrol (1964) [14]	27
Obr. 1-21 Dead skid a semi-live skid [16]	28
Obr. 1-22 Still RXX Concept (1998) [21]	29
Obr. 1-23 Still RXX Concept (2008) [22]	29
Obr. 1-24 Doosan Concept Forklift CFL (2012) [24]	30
Obr. 2-2 Crown RM 6000 [42]	35
Obr. 2-3 Princeton D50 [34]	35
Obr. 3-1 Linde Roadster [37]	38
Obr. 3-2 Otočné sedadlo řidiče [40]	38
Obr. 3-3 Crown C-5 Cusihon [42]	39
Obr. 3-4 Jungheinrich EFG D30 5.0 [43]	40
Obr. 3-5 Toyota Boxcar [44]	41
Obr. 3-6 Toyota Boxcar [44]	41
Obr. 3-7 Mitsubishi Grendia 5.0 [46]	42
Obr. 3-8 Mitsubishi Grendia 5.0 [46]	42
Obr. 4-1 Skica první varianty	43
Obr. 4-2 Skica první varianty	43
Obr. 4-3 Přístup k akumulátoru (první varianta)	44
Obr. 4-4 Varianty vzpěr střechy (první varianta)	45
Obr. 4-5 Vizualizace první varianty	46
Obr. 4-6 Koncepční schemata	47
Obr. 4-7 Skici druhé varianty	48
Obr. 4-8 Vizualizace druhé varianty	48
Obr. 4-9 Vizualizace třetí varianty	49
Obr. 4-10 Vizualizace finální varianty	50
Obr. 5-1 Řidičův výhled v horizontální rovině	52

Obr. 5-2 Řidičův výhled v sagitální rovině	53
Obr. 5-3 Řidičův výhled ve frontální rovině	53
Obr. 5-4 Přístup do vozidla	54
Obr. 5-5 Protiskluzová opatření	54
Obr. 5-6 Pracoviště řidiče	55
Obr. 5-7 Pracoviště řidiče	56
Obr. 6-1 Změna délky rozvoru	57
Obr. 6-2 Kluzné plochy mechanismu změny rozvoru	58
Obr. 6-3 Mezní polohy stožáru s naznačenými pohybovými mechanismy	59
Obr. 6-4 Umístění akumulátoru	60
Obr. 6-5 Odklopený kryt akumulátoru a kapotáže	60
Obr. 6-6 Střecha	61
Obr. 6-7 Možnosti náklonu stožáru	62
Obr. 6-8 Schematické umístění dvou asynchronních motorů pohánějících...	63
Obr. 6-9 Základní rozměry	64
Obr. 6-10 Technická data – typový list odvozený od směrnice VDI 2198.	65
Obr. 7-1 Vizualizace finální varianty	66
Obr. 7-2 Vizualizace finální varianty, základní pohledy	67
Obr. 7-3 Vztah minimálního poloměru zatáčení a tvaru zadní části vozíku	68
Obr. 7-4 Přední světlomet	69
Obr. 7-5 Zadní světlomety	69
Obr. 8-1 Vysokozdvihový vozík ve svém přirozeném prostředí	70
Obr. 8-2 Vícebarevné řešení	71
Obr. 8-3 Barevné řešení reflektující použití bílých pneumatik	72

SEZNAM PŘÍLOH

zmenšené postery A4 (Sumarizační, Ergonomický, Technický, Designérský)

fotografie modelu A4

postery A1 (Sumarizační, Ergonomický, Technický, Designérský)

model v měřítku 1:7

CD s digitální podobou diplomové práce